

Mngool.com

الانسان والعلم

١٠

سيلكا - سويسرا

فهـــــــرس

حقوق التوزيع الخاصة
سيلكا-سويسرا

© MCMXCII

Tous droits réservés dans le monde.
Reproduction même partielle interdite.

All rights reserved throughout the world.
No part of this publication may be reproduced in any form.

Imprimé en Italie par G.E.P. Cremona.
Printed in Italy by G.E.P. Cremona

الـــذرّة



تاريخ الذرّة

ماهي الذرّة ؟

إن كلمة «ذرة» معناها الشيء «الغير القابل للتجزيء والتفكيك» و الذي لا يمكن تقسيمه فيما بعد إلى أجزاء أخرى أصغر منه. ويعني ذلك أن الذرة تعدّ آخر جزيئات المادة، وهي تمثّل العنصر الذي تتكوّن منه المادة نفسها.

كيف كان الفلاسفة الاغريق يعرّفون الذرة ؟

وقد سبق لقدماء الفلاسفة أن وقفوا على هذا التأويل بشأن بنية المادة، فقد رأى ديموقريط (460–370 ق.م) أن الكون يتألّف من ذرات غير قابلة للتجزيء أو التكسير تمثل أصغر عناصر المادة وهي خالدة وغير مرئية.

وفي نظر هؤلاء الفلاسفة، فإن المظهر المتجانس عند الأجسام هو نتيجة مباشرة لتركيبها على شكل جزيئات نهائية غير قابلة للتقسيم بعد ما هي عليه.

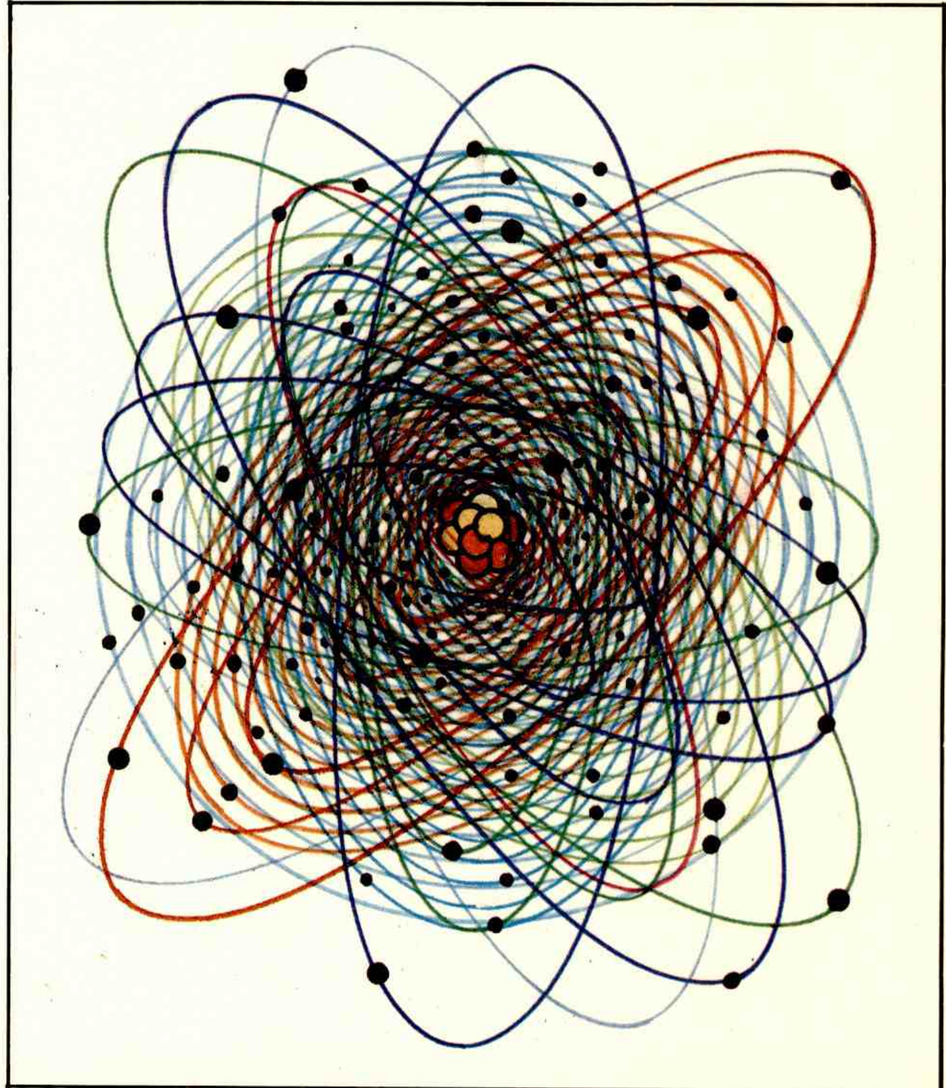
ولم يكن هذا التأويل مقتصراً على الفلاسفة الاغريق، إذ انتشرت نظرية مماثلة في العالم العربي، وقد عرفت مثل هذه الاهتمامات بالنظرية «الذرّيّة» حيث بقيت سائدة خلال عدة قرون.

وفي سنة 1643 أعاد غاسيندي النظر في هذه «الجسيمات» التي تتكون منها جميع الاشياء الموجودة في الطبيعة، فقد رأى أن الذرات هي أولى العناصر التي تنشأ وتتكوّن منها الاشياء وهي التي يتشكل منها الكون بأجمعه وعددها محدود رغم امتداده. كما انها ذات حركة متواصلة تنقلها إلى جميع أطراف الفضاء. وبارتطامها بعضها ببعض، تنشأ عنها الجزيئات.

ويرى غاسيندي كذلك أن الذّرات ذات حجم دقيق إلى أبعد الحدود ولذلك فلا يمكن لحواسّنا أن تدرك وجودها، ومن هنا تأتي قوة الطبيعة مقابل قدرات الانسان المحدودة.

وفيما بعد قام اسحق نيوتن (1642–1727) بتبني نظرية ديموقريط حول استحالة تجزيء وتحطيم الذرة، الاّ أنه وإلى ذلك العهد لم يتوصل أي عالم إلى وضع نظرية خاصّة انطلاقا من تجارب ملموسة. فبالنسبة للذرة، لم يطبق المنهج التجريبي لأول مرّة إلاّ على يد جون دالتون J. DALTON (1766–1844)، فقد رأى هذا العالم أن كل عنصر يتوفّر على نوع خاص من الذرّة، كما

منذ أقدم العصور والمادة تستقطب اهتمام العلماء والفلاسفة الذين ما فتئوا يدرسون عناصرها ويتعمقون في فهم ظواهرها. وكان للفلاسفة الاغريق على الخصوص عدة ابحاث في هذا المجال، ومن بينهم الفيلسوف ديموقريط الذي وضع نظرية مفادها أن العالم مكوّن من ذرات غير قابلة للتجزيء والتحطيم. وخلال القرون الأخيرة ظهرت نظريات أكثر تطورا وتعقيدا توصلت إلى تصوّر مدقق للذرة وعناصرها كما يظهر في **الرسم جانبه،** ويمثل ذرة الأورانيوم التي لاتتوفر على شكل محدّد ومدارات اليكتروناتها (بالازرق) غير منتظمة.



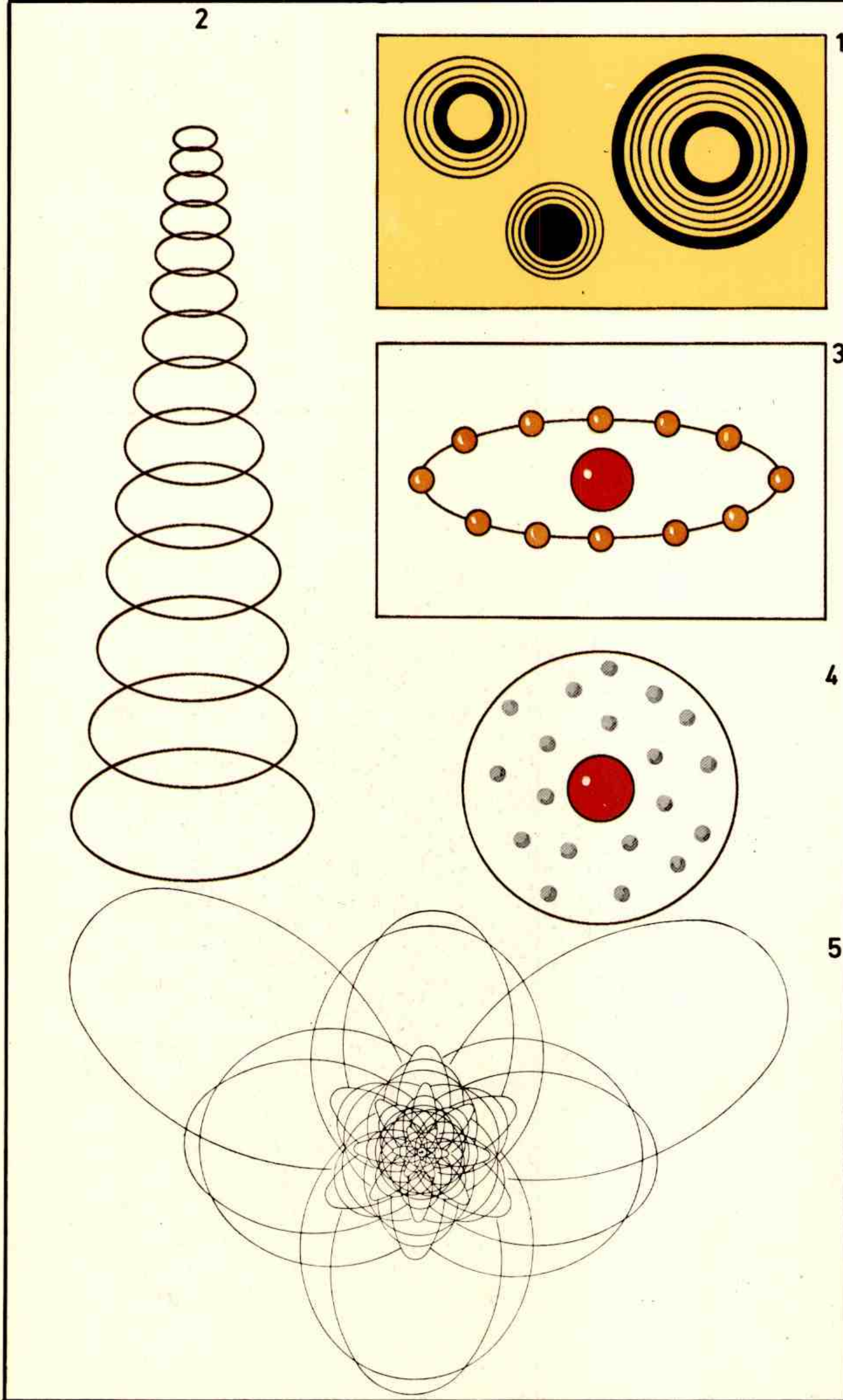
ان كل عنصر كيميائي مركّب قد يتوفر على «ذرة مركبة». فذرات الاوكسيجين مثلاً متساوية فيما بينها، إلاّ أن كل ذرّة مركبّة تختلف من مادّة إلى أخرى. وهكذا فقد كانت الظواهر الكيميائية أوّل مجال تم فيه اكتشاف بعض القوانين المتعلقة بالذّرة.

وفيما بعد قام أميديو افوغرادو A. AVOGRADO بدراسة «الذرات المركبة» التي تحدث عنها ج. دالتون وسماها «الجزيئات»، وانطلاقا من نظريات أفوغرادو، استطاع ستانيسلا وكانيزارو S. CANNIZZARO فيما بعد بتحديد وزن جزيئات 33 جسما بسيطا ومركبا. وكان ذلك بداية تطور حقيقي للذّرية رغم أن النظريات لم تسفر عن إثبات وجود الذرة بكيفية مباشرة وملموسة.

أما الفرضية التي ترى أن الذرة قابلة للتفكيك والتجزيىء إلى عناصر أصغر منها، فقد أوردها لأول مرة جوزيف طومسون J.J.THOMSON (1856–1940)، حيث اكتشف ان جزيئات الكهرباء (الاليكترونات) تفلت من الذرات، فاستنتج من ذلك أن الذرة مكوّنة من عدد معيّن من الاليكترونات المتحركة داخل دائرة كهربائية موجبة. وبتوفّرها على شحنة من نفس العلامة فالاليكترونات تتنافر فيما بينها وتنجذب نحو مركز الدائرة بفعل الكهرباء الموجبة.

واكتشف لورد روثرفورد L. RUTHERFORD (1871–1937) سنة 1910 أن كل شحنة كهربائية موجبة في الذرة متمركزة في مجال محدود جدّاً يسمى النواة، وتدور حوله الاليكترونات. وفي النموذج الذي قدمه روثرفورد، نجد نواة مركزية مشحونة بكمية كهربائية موجبة تساوي مجموع كمية الطاقة السالبة التي تحملها الاليكترونات التي تحوم حول تلك النواة على مسافة متغيّرة، وذلك بدلا من نواة مكوّنة من دائرة كهربائية واحدة تتحرك الاليكترونات بداخلها، وفي نموذج روثرفورد تكون النواة أصغر من مجموع نظام الذرة كله بـ1800 مرة.

وفي سنة 1914 أتى نييلس بور N. BOHR (1885 — 1962) بتعديل لهذا النموذج، وافترض أن الاليكترونات تدور حول النواة وفق مدارات محدّدة، غير أن هذه الاليكترونات بامكانها أن تنتقل من مدار إلى آخر رغم أنها لا تتمكّن من التنقل بحرّية في المجال الأوسط الواقع بين مختلف المدارات. وما زال هذا الرسم البياني سائر المفعول لحدّ الآن؛ إلاّ أن بنية الذرة أصبحت من التعقيد بمكان بحيث يفضّل العلماء تعريف الذّرة اعتماداً على تمثيلات رياضية.



بعض النماذج الذرية: 1. **ذرة دالتون**: وكان يعتقد أن كل عنصر يتوفّر على ذرة من نوع خاص ولكل مركّب نوع خاص من الجزيئات. 2. **ذرة كيلفين**: وهو يرى أن للذرات شكلا ذا حلقات تدور على غرار حلقات الدخان.

3. الذرة **حسب نظرية ناغواكا**: وهي عبارة عن مجموعة من الاليكترونات تدور حول دقيقة مركزية.

4. **ذرّة روثر فورد**: ويكون معظم وزنها في النواة.

5. رسم بياني للذرة من منظور نييلس بور.

بنية الذرّة

ممّاذا تتكون الذرة ؟

لقد رأينا سابقا أن هناك جزئيات أصغر من الذرّة، وفيما يلي سوف نقوم بتحليل بنية النظام الذري.

تحتوي كل ذرة على جزيئات أو دقائق مشحونة بالكهرباء التي تكون إما موجبة أو سالبة. والشحنات المتعادلة تتنافر بينما الشحنات المتعارضة تتجاذب، وكان الاليكترون هو أول دقيقة أو جزييء تم اكتشافه وهو ذو شحنة سالبة (يرمز اليها بعلامة ناقص «−»)، وأكبر جزء في وزن الذرة متمثل في كتلة مركزية تعرف بالنواة، وهي مكونة من نوعين آخرين من الجزيئات وهما البروتونات والنوترونات.

وللبروتون شحنة كهربائية موجبة (+) أما النوترون فليس له شحنة كهربائية، إذ تقتصر وظيفته على مضاعفة وزن الذرة. وللبروتون والنوترون وزن يفوق وزن الاليكترون بحوالي 1800 مرة.

وهكذا فالذرة تتوفر على البنية التالية : فهناك نواة موجبة تحدّد كتلة الذرة وتدور حولها اليكترونات سالبة، ونظرا لكون قطر الذرة يفوق قطر النواة بحوالي 20.000 مرة، فإن باطن الذرة مكوّن بالأساس من مجال فارغ. وتدور الاليكترونات باستمرار حول النواة كما تدور حول نفسها، وهي بذلك تقوم في نفس الوقت بحركة دورانية وبحركة دائرية. وهي منضّدة بكيفية خاصة : فهي على العموم تتنقل راسمة مدارات متراكزة، إلاّ أن طريقة تنقل كل اليكترون يختلف عن باقي تنقلات الاليكترونات الأخرى، فهناك اليكترونات تنجذب بقوة نحو النواة بينما اليكترونات الأخرى تكون متفاوتة الاتراب منها، بحيث يمكن الحديث في هذا المجال عن طبقات اليكترونية، لوصف مدارات من هذا القبيل. فبعضها يدور حول نفسه في اتجاه معيّن والبعض الآخر يدور في اتجاه معاكس. وقد اهتمت التحولات الكيماوية بالاساس بوضع وحركة اليكترونات المدار أو الطبقة الاليكترونية. ذلك أن عدد الاليكترونات يحدّد الطبيعة الكيماوية للذرة.

وفيما يتعلّق بالبروتونات والنوترونات التي تتكّون منها نواة الذرة، فلابد من بعض التوضيح : فالبروتونات ذات شحنة موجبة متساوية تتمكن من البقاء متحدة بعضها مع بعض دون أن تتنافر، وذلك لاسباب قد تم اثباتها تجريبيّاً، وبإمكان البروتونات والنوترونات أن تتحوّل باستمرار من حالة إلى أخرى بفضل إرسال دقيقة تسمى «**البيدق**»، وبهذه الكيفية يمكن للبروتون حالما يرسل «بيدقا» أن يتحول الى نوترون، ويمكن أن يحدث أن النوترون يمسك بالبيدق لكي يتحول بدوره الى بروتون، وهكذا يكون بإمكان البروتونات والنوترونات أن تتحول من حالة إلى أخرى عن طريق تبادل «البيادق»، وهذا التبادل هو الذي يربط بينها بكيفية دائمة.

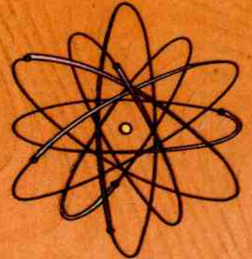
وبسبب هذه الظاهرة، يتغيّر مظهر بنية الذرة على مستوى النواة كذلك : إذ يكون مرتبطا بمجموع الارسالات المتواصلة وبضياع البيادق.

غير أن كل ذلك يغيّر من الخاصية الأساسية للذرة من الناحية الكهربائية. فهي دائما متعادلة كهربائيا على اعتبار توفّرها على اليكترونات ذات كهرباء سالبة، وعليها

العناصر الاساسية في الذرة

الاليكترون (شحنة سالبة)	**النوترون (شحنة متعادلة)**	**البروتون (شحنة إيجابية)**

الاليكترونات وهي تدور حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس





جانبه: رسم نموذجي للذرة. وتتمثل دقائقها الأساسية في كل من البروتون والنوترون والاليكترون وتدور الاليكترونات حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس.

ماهي أصناف الذرة ؟

كذلك أن تحتوي كهرباء موجبة بكمية متساوية مع كمية الكهرباء السالبة.

ولا يعني تماثل هذه البنية لدى جميع الذّرات أن ذرات مختلف العناصر الطبيعية أو الاصطناعية كلها متساوية. فبالعكس من ذلك، هناك من أنواع الذّرات ما يعادل عدد العناصر المعروفة لحد الآن أي **104** عنصرا، وهي متباينة فيما بينها. فذرة الهيدروجين مثلا تختلف تماما عن ذرة الاوكسيجين وعن باقي ذرات العناصر الأخرى.

ومجمل القول، يمكن أن تمثل البنية المعقدة للذرة بمقارنتها من مختلف الجوانب ببنية النظام الشمسي حيث تدور مختلف الكواكب حول نواة حسب مدارات مختلفة.

وبعد قرون من البحوث والدراسات، استطاع الانسان أن يتوصل إلى الاقتناع بأن الكون المادّي كله مكوّن من ركامات جسيمات مختلفة كالدقائق والذرات والجزيئات. والعنصر الأساسي فيه هو الذرة لأنها جسيم يتمثل في نظام قارّ على شكل نواة مركزية يحيط بها سديم من الاليكترونات المتحركة.

وضع الاليكترونات :

كما سبق أن ذكرنا فإن نيل بور (**N. BOHR**) هو أول من فكر في وجود حركة الاليكترونات الموزّعة على مدارات مختلفة حول النواة.

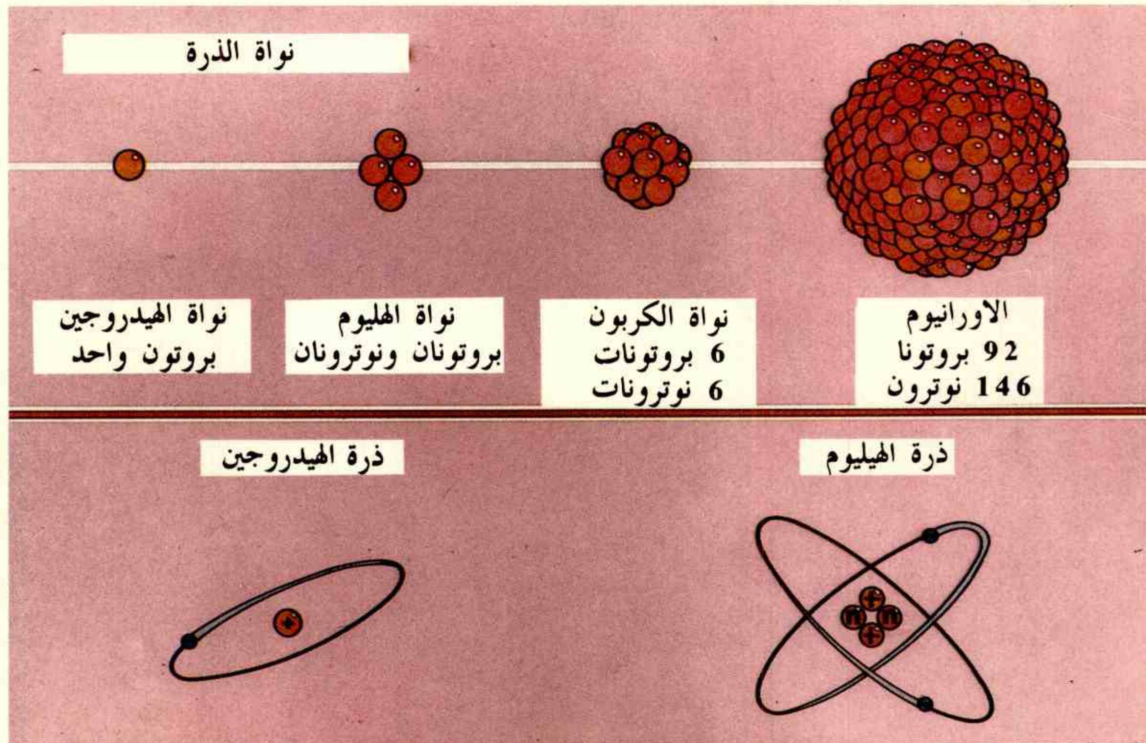
وسنقوم فيما يلي بدراسة كيفية توزيع الاليكترونات حول النواة.

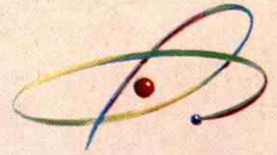
فباتباعها مسارا محدّدا، ترسم الاليكترونات مدارات تشكل مجموعات حسب تماثل وتجانس خصائصها، وتعرف بالطبقات الاليكترونية، ولا يتوفّر أي نوع من الذرات على أكثر من سبع طبقات اليكترونية. وتتوفر الطبقة الأقرب إلى النواة دائما على اليكترونين (ما عدا في حالة ذرّة الهيدروجين، وهي أخف عنصر، حيث تتوفّر على اليكترون واحد في طبقتها الوحيدة). وتتوفّر أغلب العناصر على أقلّ من سبع طبقات، أما الطبقة الثانية فلا يمكنها أبداً أن تتوفرّ على أكثر من ثمان اليكترونات.

وعلى سبيل المثال، هذه أوضاع اليكترونات بعض العناصر : فللأوكسيجين 2–6 (أي أن له طبقتين فقط، أولاهما ذات اليكترونين والثانية ذات ستة اليكترونات، وللبوتاسيوم أربع طبقات (أي (2 – 8 – 8 – 1) بينما يتوفّر الأورانيوم على سبع طبقات (أي 2 – 8 – 18 – 32 – 21 – 9 – 2).

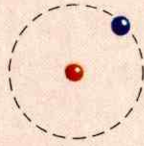
وحين نقوم بجمع عدد الاليكترونات، فإن المجموع الحاصل يساوي مجموع البروتونات، وسنحصل بذلك على **العدد الذرّي** للعنصر : وهكذا فالعدد الذري للاوكسيجين هو 8 والعدد الذرّي للبوتاسيوم هو 19،

أسفله : يتوفر كل عنصر كيميائي على عدد خاص من النوترونات والبروتونات والاليكترونات ونحصل من خلال عدد بروتونات الذرة على عددها الذري . ومجموع البروتونات والنوترونات التي تتوفر عليها الذرة يعطينا الوزن الذري . وتتناسب البروتونات في النوى مع الاليكترونات في المدارات .





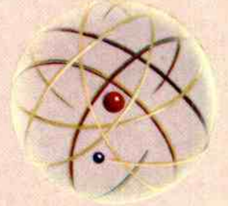
تظهر «جولة» الاليكترون حول النواة وكأنها تشكل سحابة ممتلئة كما يحدث لمروحة تدور بسرعة فائقة تدور وكأنها أسطوانة مسطحة .



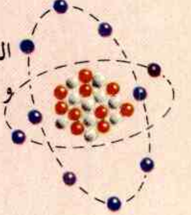
الاليكتـرون

في ذرة بسيطة كذرة الهيدروجين ، يوجد اليكترون واحد يدور وفق مسار محدّد ، حول النواة . وتتكون النواة نفسها من جزيئة إيجابية وهي البروتون . وإمكانيات تنقل اليكترون وسط ذرة لا تتعدى مسارين يمثل كل منهما مستوى طاقيا .

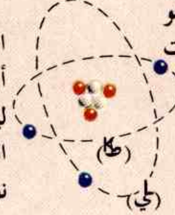
بروتون   الكترون   نوترون



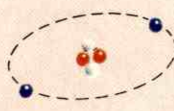




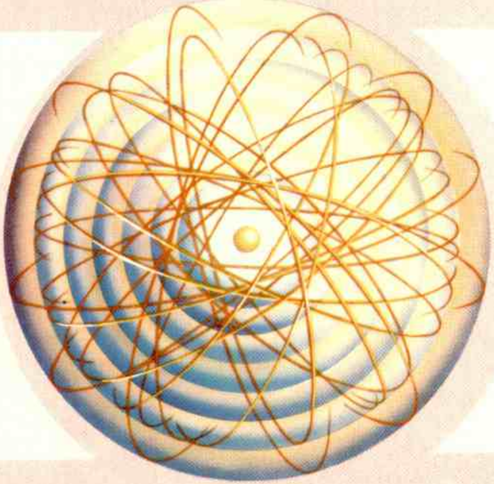
رسم بياني لذرة غاز هامد وهو النيون ، ويتوفر قطره على 10 بروتونات و 10 أو 12 نوترون .



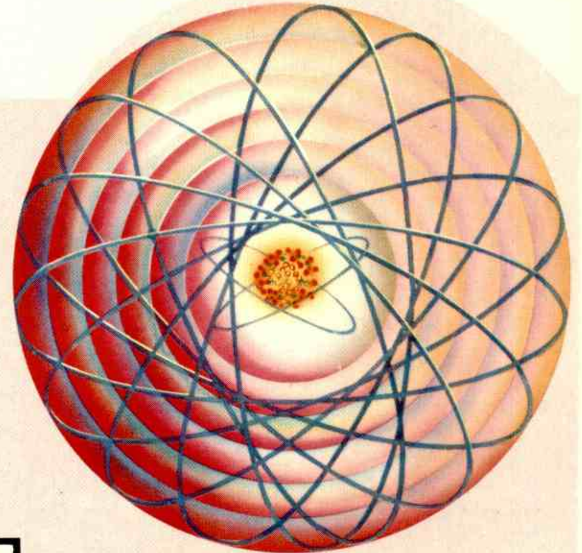
يتوفرّها على اليكترونين ، تكون الطبقة (ط) كاملة وفي الذرة الموالية ، أي ذرة الليتيوم ، يتنقل اليكترون ثالب ليشكل طبقة أخرى (ي) . وتتكون النواة من ثلاثة بروتونات وثلاثة أو أربعة نوترونات حسب العنصر المعني .



تتوفر الذرة على اليكترونين يدوران حول النواة، وفي نفس الوقت حول نفسيهما. وتشتمل النواة على بروتونين وجزيئين محايدين وهما النوترونات وكتلتهما تقارب كتلة البروتونات.

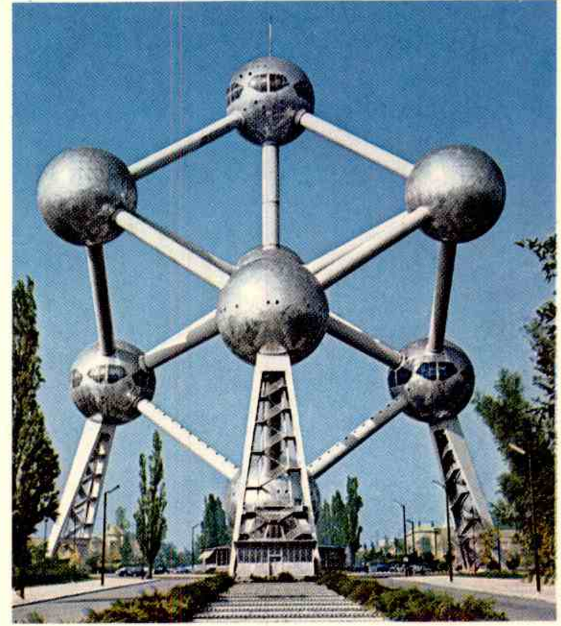


في الذرات الثقيلة كذرة الأورانيوم 235 ، التي تتوفّر على 92 اليكترونا متنقلا حول نواة ذات 92 بروتون و 143 بروتون ، يصبح من المستحيل تمثيل دوران ودورات الاليكترونات في مختلف مستوياتها ، كما يستحيل إبراز مختلف مستويات طاقة المسارات .



إن الرسوم البيانية الممثلة لبنية الذرة ليست سوى وسائل ايضاحية لتقريبها من الاذهان . والواقع أن البنية الذرية لا يمكن صياغتها بدقة إلّا بالقواعد والمفاهيم الرياضية .

$$\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial\psi}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2\sin^2\theta}\cdot\frac{\partial^2\psi}{\partial\phi^2}+\frac{1}{r^2\sin\theta}\cdot\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\frac{\partial\psi}{\partial\theta}\right)+\frac{8\pi^2 m}{h^2}\left(E+\frac{e^2}{r}\right)\psi=0$$



أعلاه : الأتوميوم المقام في بروكسيل بمناسبة المعرض الجامعي سنة 1958 . ويمثل ذرة الأوكسيجين بنواتها المحاطة بإليكتروناتها الثمانية .

جانبه : جدول العناصر الكيماوية مع العدد والوزن الذريين لكل عنصر .

والعدد الذرّي للاورانيوم هو 92.

ويتحدّد التصرّف الكيماوي للذرّة بعدد الاليكترونات وخاصة عدد اليكترونات الطبقة الأكثر بعداً عن النواة، والتصرف الكيماوي هو قدرة أو قابلية الذرّة للتركيب مع ذرة من نوع مختلف لتكوين عنصر مرَكّب.

وهكذا، فالذرات ليست فقط صغيرة وصلبة ومقاومة بل هي فضلا عن ذلك، قادرة على التركيب فيما بينها بكيفيات متنوّعة. فأنواع الذرات الـ104 بامكانها أن تجتمع حسب مئات الآلاف من الأنماط التركيبية المختلفة المعروفة بالجزيئات.

وعلى هذا النحو، فالذرّات من نفس النوع لا تكتفي فقط بالاتحاد فيما بينها لتشكيل عنصر ما كالاوكسيجين مثلا، بل تجتمع كذلك بأنواع مختلفة أخرى لتكوين عنصر مركّب كالماء الذي هو نتاج التركيب بين الاوكسيجين والهيدروجين.

والذرات التي تميل بسهولة إلى الاجتماع بذرات اخرى هي تلك الذرات المتوفرّة على طبقات يكون عدد اليكتروناتها غير تامّ. فالاوكسيجين الذي لا يتوفرّ سوى على ست اليكترونات في طبقته الثانية والأخيرة (وليس على ثمانية وهو العدد التامّ) يكون ذا قابلية للاتحاد مع ذرات أخرى. أما الغازات المشابهة للنيون فهي ذات صعوبة في التركيب نظرا لتوفرّها على طبقات كاملة؛ وهي تعرف بالغازات **الهامدة** او **القاصرة** لما تجده من صعوبة في الاتحاد مع غيرها من العناصر.

العناصر الكيماوية أو أنواع الذرات

العنصر	تاريخ الاكتشاف	نقطة الغليان بدرجة سلسيوس	نقطة الذوبان بدرجة سلسيوس	الكثافة	الوزن الذري التقريبي	العدد الذري	الرمز الشائع
الومنيوم	1827	1800	660	2,70	27	13	Al
فضة	Ant.[1]	1950	961	10,50	108	47	Ag
أرغون	1894	−186	−189	1,78	40	18	A
أرسنيك	1250	—	814	5,79	75	33	As
أزوت	1772	−196	−211	0,89	14	7	N
كلسيوم	1808	1439	810	1,41	40	20	Ca
ع.ق	Ant.[1]	4200	3500	3,51	12	6	C
ألماس	١ ٠ ١			3,51			
كلور	1774	−34	−102	3,21	35,5	17	Cl
كروم	1797	2480	1890	6,92	52	24	Cr
كوبالت	1735	3100	1495	8,76	59	27	Co
نحاس	Ant.[1]	2600	1084	8,92	63,5	29	Cu
حديد	Ant.[1]	3200	1550	7,86	56	26	Fe
فلور	1771	−187	−223	1,11	19	9	F
هليوم	1895	−269	−272	0,18	4	2	He
هيدروجين	1766	−253	−259	0,09	1	1	H
زئبق	Ant.[1]	357	−39	13,55	200,5	80	Hg
نيكل	1751	3075	1452	8,90	58,5	28	Ni
ذهب	Ant.[1]	2610	1064	19,32	197	79	Au
أوكسيجين	1774	−183	−218	1,14	16	8	O
بلاتين	1735	sup. à 4000	1774	21,37	195	78	Pt
رصاص	Ant.[1]	1620	327	11,35	207	82	Pb
راديوم	1898	1140	700	env. 5	226	88	Ra
سيلنيوم	1827	680	217	4,79	79	34	Se
سيلسيوم	1823	2600	1420	2,42	28	14	Si
سوديوم	1807	890	98	0,97	23	11	Na
كبريت	Ant.[1]	445	119	2,07	32	16	S
سترونتيوم	1790	1150	800	2,54	87,5	38	Sr
تيتان	1791	—	1800	4,49	48	22	Ti
تنغستين	1781	6700	3400	19,30	184	74	W
أورانيوم	1789	3500	1800	18,7	238,1	92	U
فاناديوم	1801	—	1750	5,7	51	23	V
زينون	1898	−107	−112	5,85	131	54	X(e)
زنك	1746	906	419	7,14	65,5	30	Zn
زركنيوم	1789	2900	1851	6,53	91	40	Zr

1. معروف منذ العصور القديمة
2. يحصل عليه بالتركيب

قوانين التفاعلات الكيماوية

ما الفرق بين العناصر المحلّلة والعناصر المؤكسدة ؟

االتفاعل الكيماوي هو التحوّل الذي يترتب عنه انفصام بعض روابط النوع الكيماوي الذي يتفاعل بإثارة تشكّل روابط جديدة.

ماذا يحدث مثلا حين يتعرض الحديد للصدإ ؟ إن بعض جزيئاته تتحد بذرّات الاوكسيجين لتكوّن أوكسيد الحديد : ذلك نموذج للتفاعل الكيماوي.

وبما أن الاوكسيجين قادر على التركيب مع جميع العناصر، ونظرا لكون **الأوكسيدات** كلها عناصر مركّبة من الاوكسيجين وعنصر آخر، فيمكن تقسيم التفاعلات الكيماوية إلى صنفين أساسيين : التفاعلات المحوّلة للأكسدة والتفاعلات غير المحولّة للأكسدة، ففي الحالة الاولى أي الأكسدة التحويلية، يتعلق الأمر بتفاعلات يتمّ خلالها تأكْسُد عنصر أو عدة عناصر حيث يتضاعف عدد الأكْسَدة، بينما تتقلّص عناصر أخرى حيث يتناقص عدد التأكسد، وهكذا فالموادّ التي تحتوي على هذه العناصر تسمى **بالمُخْتزلة أو المُؤَكسِدة**. وعليه، ففي حالة الأكسدة التحويليّة يجب أن يكون عدد الاليكترونات التي يضيّعها المخْتزِل، مساويا لعدد الاليكترونات التي يكتسبها المؤكسِد. ويمكن لمادّة ما أن تكون مؤكْسِدة او مُختَزِلة حسب الموادّ التي تظهر للتفاعل معها، والفلور وحده هو المادة الوحيدة التي تبقى دائماً مؤكسدة، إلاّ أن مفهوم المادة المؤكسدة أو المختزلة – أي مفهوم زيادة أو نقص التأكسد – ليس بالضرورة مرتبطاً بتفرّع أو اكتساب الاوكسيجين لأن هناك تفاعلات لا يتدخّل فيها الاوكسيجين أبداً رغم أنه يلعب دوراً فعالا في أغلب التفاعلات.

وفي حالة التفاعلات التي ليست مؤكسدة ومُختزلة، فإنه ليس هناك أي نوع ذري يتواجد خلال التفاعل يقوم بتغيير عدد أكسدته الخاصّة.

وبغضّ النظر عن هذا التقسيم العام الذي يميّز بين التفاعات المؤكسدة والمختزلة والتفاعلات الغير مؤكسدة والغير مختزلة، فقد جرت العادة أن تقسّم مختلف التفاعلات الكيماوية على أساس الخصائص السائدة لدى التفاعل. ومن هذا المنظور فأشهر أنواع التفاعلات هي

يثير مزج العناصر الكيماوية ظواهر تعرف بالتفاعلات الكيماوية . وبما أن الأوكسيجين قابل للتركيب مع كل العناصر ، ونظرا لكون الأوكسيدات كلها عبارة عن عناصر مركبة من الأوكسيجين وعنصر آخر ، فيمكن التمييز بين نوعين من التفاعلات الكيماوية : التفاعلات المحولة للأكسيد والتفاعلات الغير محولة للأكسيد . وصدأ الحديد مثلا (الصورة أعلاه) تفاعل كيماوي محول للأكسيد





الترسّب، (أي سيرورة تكوُّن صلب قابل للعزل من مادة سائلة) والتفاعلات الحمضية – الأساس (وتكون عندما ينتقل بروتون من نوع كيماوي إلى نوع آخر) ثم تفاعلات التحليل الكهربائي.

الروابط الخفيّة

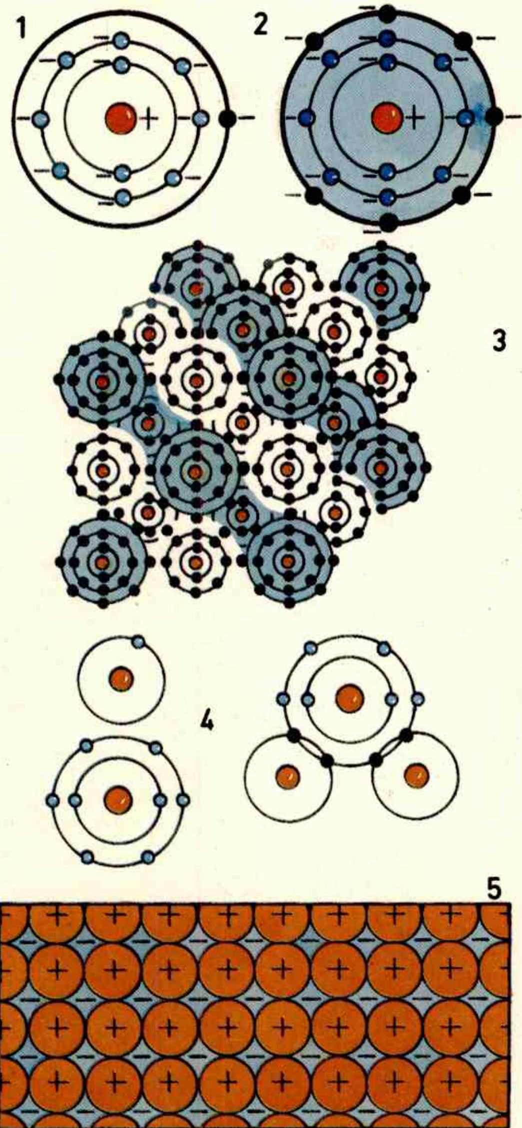
كما رأينا سابقا، هناك عدد كبير من الذرات التي تتخلّى عن أحد اليكتروناتها أو عن عدة اليكترونات، إلاّ أنه في هذه الحالة تصبح الذرة نفسها مشحونة كهربائيّاً، أي أنها تفقد التماثل المطلق بين الشحنة الموجبة والشحنة السالبة، والذي يرجع إلى تساوي عدد البروتونات والاليكترونات، لأنها بفقدها للاليكترونات يزداد عدد البروتونات. وهكذا يقال بأن جميع العناصر التي تتصرّف على هذا النحو **كَهْرَ مُوجَبَة**، وتصبح الذرة بذلك **أيوناً موجباً**، أما أنواع الذّرات التي تستطيع اجتذاب الاليكترونات لتصبح بذلك أيونات سالبة، فهي تؤدي إلى جعل العناصر **كَهْرَ سلبيّة**.

وقد نتساءل كيف ترتبط الذرات فيما بينها ؟ الواقع أن هناك رابطا يعرف بالرابط **المتغاير التكافؤ**، ويكون حين تقوم ذرات متغايرة التكافؤ بالتخلّي عن اليكترون من إليكترونات مدارها الخارجي لصالح ذرات كهرسلبيّة تكون مركّبة معها.

وهناك رابط من نوع آخر وهو الرابط **التساهميّ التكافؤ**، ويكون عندما لا يحدث أيّ تخلّ لأي اليكترون من ذرة لفائدة أخرى، ولكن حين تتوفّر ذرّتان على نفس الاليكترون المشترك، أي عندما يكون اليكترون المدار الخارجي للذرة الأولى منتميا في نفس الوقت إلى المدار الخارجي للذرة الثانية، وبعبارة أخرى، حين تتخذ ذرتان اليكترونا مشتركاً. ويمكن للرابط التساهميّ التكافؤ أن يكون كذلك مزدورجاً أو مثّلثاً عندما تتعدّى الاليكترونات المشتركة واحداً إلى إثنين أو ثلاثة، من ذلك أن الماء مثلاً عنصر يقوم على رابط تساهمّي التكافؤ.

وهذه الروابط هي التي توحّد الجزيْئات التي تحدد الحالة السائلة أو الصلبة أو الغازية لمادة ما لأنها تمثّل في التطبيق قِوَى جاذبية من الناحية الكهربائيّة. وهناك بالفعل قوى متعارضة تضبط تصرّف الجزيئات، ويتعلق الأمر بالطاقة الحركية التي تميل إلى تقسيمها ثم الجاذبية الكهربائية المتبادلة التي تميل إلى الحفاظ على الاتحاد، ففي السوائل، تتنقّل الجزيئات ببطء بالنسبة للجاذبية الكهربائية وذلك بسيلانها الواحدة فوق الأخرى، وبالمقابل، فهي تتنقّل بسرعة أكثر في الغازات إلى درجة أنها تكون تقريباً مستقلة الواحدة عن الأخرى؛ أما في الاجسام الصلبة، فهي تبقى تقريباً محصورة وثابتة لكونها لا تتمكّن من التخلّص من الجاذبية.

كيف ترتبط الذرات بعضها ببعض ؟



يثير تبادل الاليكترونات بين عنصر وآخر روابط تصنف إلى مغايرة التكافؤ وتكافؤية التساهم . وتتم الأولى حين تتخلى ذرات ذات كهرباء إيجابية عن اليكترون من مدارها الخارجي لصالح ذرات ذات كهرباء سلبية . وتحدث الروابط التكافؤية التساهم عندما تحتفظ الذرتان معا بنفس الاليكترون . جانبه : 1. ذرة سوديوم بكهرباء إيجابية ، بإمكانها بسهولة إعطاء اليكترون خارجي لذرة الكلور المجاورة (2) . 3 . الربط الأيوني المغاير التكافؤ في الملح العادي . 4 . في الماء ، يتبادل الهيدروجين والأوكسيجين إليكتروناتهما في عملية ربط تكافؤي التساهم . 5 . ربط بين المواد حيث تنتقل من ذرة إلى أخرى على غرار التيار .

في الهامش : 1. ذرة هيدروجين محايدة ؛ 2 . ذرة الهيليوم ، مركبة من بروتونين ونوترونين ولذلك فهي تتوفر على إليكترونين مما يجعل الذرة جد مستقرة . 3 . ذرة الليتيوم ، وتضم طبقتها الخارجية إليكترونا واحدا ، الشيء الذي يسهل ربطها بالذرات الأخرى .

النشاط الاشعاعي

ما اصل كلمة «النشاط الاشعاعي» ؟

النّشاط الاشعاعي الطبيعي

خلال إحدى التجارب التي قام بها العالم هنري بيكريل (H. BECQUEREL)، اكتشف أن معدن الأورانيوم قد طبع صفيحة فوتوغرافية كانت توجد بقربه بينما كانت ملفقة في ورق أسود، وقد سمى هذه القدرة التي يتميّز بها الأورانيوم بالنشاط الاشعاعي، وبعد سنتين من ذلك قام بيير وماري كوري (P. et M. CURIE) بعزل عنصر كيماوي آخر يتوفّر على قدرة اشعاعية النشاط، ولهذا السبب سمياه بالراديوم.

وما لبث أن ظهر للعلماء أن الذرة تحتوي على كمية هامة من الطاقة، فقد أثبت كلّ من روثرفورد (RUTHERFORD) وطومسون (THOMSON) أن الراديوم والأورانيوم يبثّان الطاقة عن طريق ثلاثة أنواع من الاشعاعات وهي: أشعة ألفا، المتمثلة في دقائق مشحونة كهربائيا تتمكن من اختراق سمك الموادّ الرهيفة، وأشعة بيتا وهي دقائق مشحونة بالكهرباء السالبة ذات قدرة اختراق أشد من قدرة أشعة ألْفا، ثم أشعة غاما وهي ليست جُسَيْمِيّة ولكنها ذات قدرة اختراق قوية. وتكون أشعة ألْفا أثقل من أشعة بيتا وغاما، فكل دقيقة منها تزن ضعف ذرة الهيدروجين أربع مرّات، ويمكن معاينة أنواع الأشعة الثلاثة بواسطة مغناطيس يوضع فوق صفحة من الورق تكون عليها سُحَالَة من الحديد، حيث يقوم المغناطيس بجرّها في اتجاهات مختلفة ثلاثة.

ومن المعلوم أن نواة الذرة ذات شحنة كهربائية موجبة مساوية لمجموع الشحنات السلبية للاليكترونات، بحيث يَكون مجموع شحنة الذرة متعادلا أي مساوياً لصفر (0). وفي الذرة، يناسب العدد الذّرّي عدد الاليكترونات أو عدد الوحدات المشحونة في النواة أي البروتونات. وبالمقابل، فالوزن الذّري يناسب تقريباً وزن النواة (أي البروتونات + النترونات) لأن وزن الاليكترونات ضئيل جدّاً. وتتوفر جميع ذرّات نفس العنصر على نفس عدد الاليكترونات (أي نفس العدد الذّرّي)، غير أنه بإمكانها أن تتوفّر على أعداد ذرّيّة مختلفة.



أسفله : بيير وماري كوري P.ET M.CURIE في رسم فرنسي . وقد قاما بعزل الراديوم (1898) لاختبار قوة نشاطه الاشعاعي .

ماهي أهمية الاورانيوم والراديوم ؟

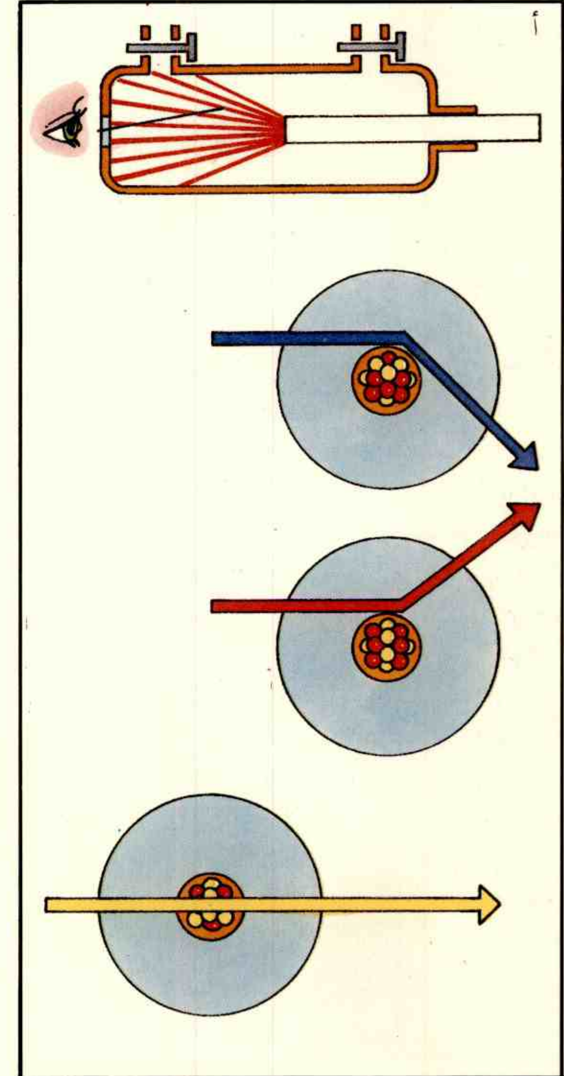
وتسمى الذرات ذات نفس العدد الذرّي والاوزان الذرية المختلفة **بنظائر** العنصر ذاته، ويعني ذلك أنها تشترك في نفس الخصائص الكيماويّة مع اختلافها من حيث الوزن. وجميع العناصر تكون تقريبا كما هي على حالتها الطبيعية بمثابة خلائط من النظائر.

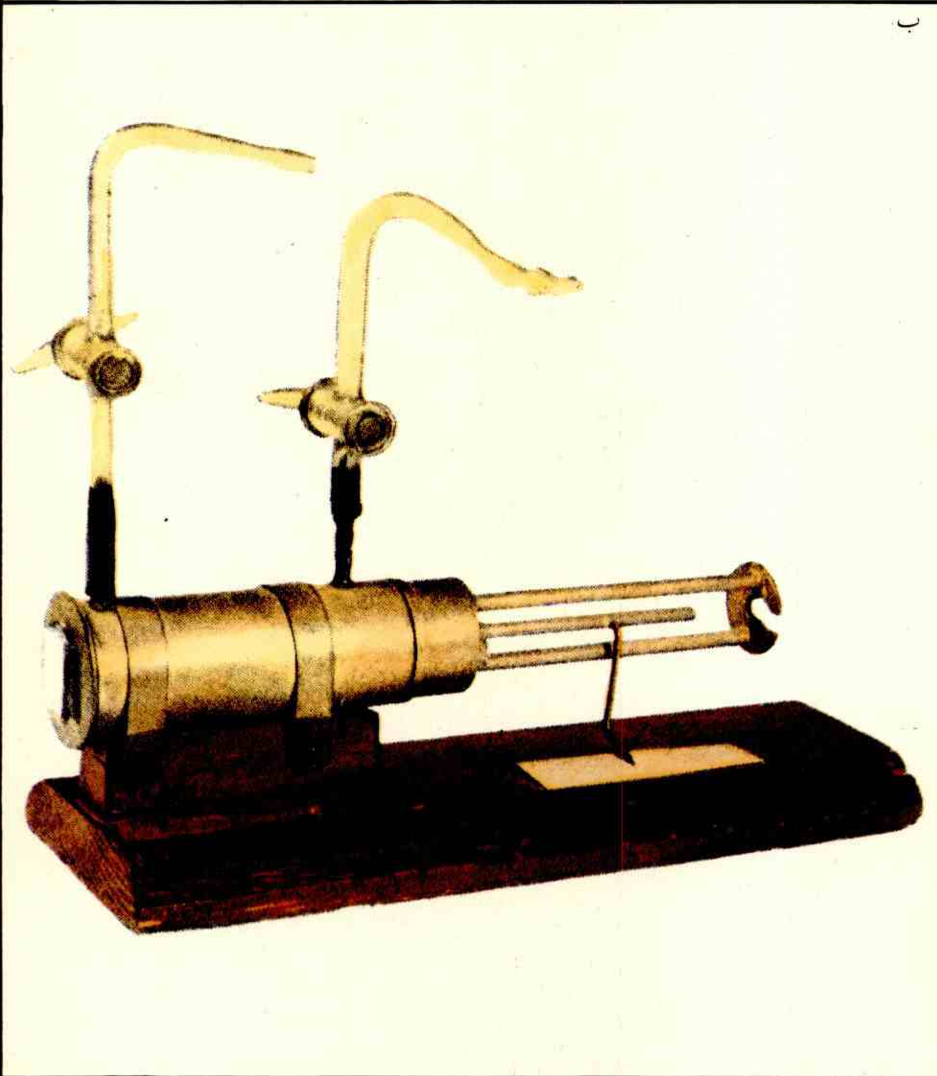
وترجع الاشعاعات التي ترسلها ذرّة ما إلى النّواة. وهكذا فدقيقة ألفا تحتوي على بروتونيْن ونوترونيْن، وعليه، فإذا كانت نواة ذرة الراديوم تشتمل على 88 بروتونا (العدد الذري يكون آنذاك 88) وعلى 138 نوترونا (الوزن الذّري يكون 226، أي 88+138)، فحين ترسل دقيقة ألفا، فإن النواة لن تتوفّر سوى على 86 بروتوناً و136 نترونا، مما يغيّر من عددها الذريّ ووزنها الذري (أي 86 و222)، وبما أن النواة لم تعد تتوفّر سوى على 86 اليكترون في مداراتها، فإنها تصبح ذرة من نوع مختلف يشتمل على خصائص كيماوية مختلفة. وبعبارة أخرى فالأمر يتعلّق بعُنصر آخر وهو **الرادون** وهو كذلك اشعاعي النشاط إذ يتحوّل إلى **بولونيوم**، وتؤدي كلّ هذه التغيّرات المتعاقبة إلى غاية الرصاص الذي لا يقبل التحليل بعد ذلك لأنه ثابت، وهناك مجموعة أخرى من العناصر الاشعاعية النشاط تثير تعاقبات أخرى تكون نقط انطلاقها هي الأورانيوم والتّوريوم والأكتينيوم.

النشاط الاشعاعي الاصطناعي

مع اكتشاف الذرات الاشعاعية النشاط، أمكن فهم امكانية تقسيم نواة الذرة إلى عدة أجزاء. وهكذا بدأ التساؤل كذلك حول مدى إمكانية تقسيم نُوى الذرات الأخفّ وزنا والذرات الغير الاشعاعية النشاط. وكان أول

في سنة 1919 قام روثر فورد Rutherford بتجربة حاسمة في دراسة الذرة : فبواسطة الآلة المبينة في الرسم ب تمكن من تحطيم ذرة الأزوت ليمثل بكيفية اصطناعية ما يحدث في العناصر الاشعاعية النشاط . في الرسم أ : كيفية عمل آلة روثر فورد : فذرة الأزوت المحطمة تطلق بروتونا يرتطم بالشاشة المستشعة فيثير بها شرارة .





ماهي الاشعة الكونية وماهو دورها ؟

كيف يستعمل النشاط الاشعاعي ؟


جيمس شادويك

من أفلح في هذه التجربة هو روثروفورد، حيث قام بتمرير دقائق ألفا البولونيوم من خلال غاز الأزوت. وبامتصاصها من قِبَل ذرات الأزوت، تجذب منها دقائق ألفا بروتونا من النواة. ويعني ذلك أن النوى الثابتة قابلة للتحطيم.

في سنة 1932، أمكن تحطيم النُّوَى الذّرية دون الحاجة إلى اللجوء إلى العناصر الاشعاعية النشاط، وذلك باستعمال الدقائق التي تبعثها العناصر الاشعاعية النشاط.

وبتسريع البروتونات، أي بجعْلها تنتقل بسرعة فائقة حيث ترتطم بصفيحة الليثيوم، اكتشف العالمان الانجليزيان كوكروفت (COCKROGT) ووالتون (WALTON) أن ذرّات الليثيوم ترسل دقائق أَلْفا عندما تنكسر اثناء الارتطام، وفي سنة 1932 كذلك، تمكنّ فيزيائي انجليزي آخر وهو شادويك (CHADWICK) من اكتشاف النوترون، فقد لاحظ اثناء قنبلته للبيركليوم بدقائق ألفا، أن هذا العنصر يرسل دقيقة خالية من الشحنة الكهربائية، وذات وزن يماثل تقريبا وزن البروتون، نظرا لأن هذه الدقيقة متعادلة كهربائيا، فسماها النوترون، ولأن النوترون كذلك لا يتوفّر على أية شحنة كهربائية فهو يتمكّن من النفاذ إلى نواة أيّ ذرّة دون أن ترفضه الاليكترونات أو البروتونات، وهكذا يمكن الاستعانة به لتحطيم الذرات. وإلى غاية ذلك الوقت، فإنه رغم الافلاح في كسر الذّرات الثابتة، فلم يتم الحصول سوى على دقائق ثابتة وغير اشعاعية النشاط. إلاّ أن احد الاكتشافات أثبتت أنه كان بالامكان تحويل عنصر ثابت إلى متكافىء إشعاعي النشاط، وذلك دائما بفضل قنبلة الدقائق النّوويّة. وقد حدث هذا التحويل سنة 1934 حين أدرك كل من ف. و ي. جوليو – كوري (F et I. Joliot-CURIE) بأنه عند قنبلة الالومنيوم يتحوّل إلى متكافىء فوسفور لا يوجد على حالته الطبيعية ويكون اشعاعي النشاط.

وقد تم اليوم معرفة حوالي 600 متكافىء إشعاعي النشاط لا يوجد على حالته الطبيعية ويتمّ انتاجه بطريقة اصطناعية. الاّ أن حياة أغلبها قصيرة جدّاً لا تتعدى بضعة أيام.

دقائق في الفضاء

هناك أيضا بعض الأشعة الصادرة عن الفضاء، والمتوجهة نحو الأرض وتسمى بالأشعة الكونية. ولاثبات وجودها، يكفي أن يتم إطلاق كرة في الهواء تكون مزوّدة بصفائح فوتوغرافية بالغة الحساسية ويحكم إغلاقها في علبة بحيث تكون محجوبة عن الضوء، سيلاحظ أن الصفائح قد طبعتها الأشعة الكونية التي تخترقها: فأثر الدقيقة الكونية يظهر على الصفيحة عندما يتم تحميضها.

وهذه التجربة بالذات هي التي أنجزها العالم النمساوي فيكتور هيس سنة 1910 بواسطة كرة مُنْطادِيّة. فقد اكتشف أنه على علو يفوق الـ1600 متر يتضاعف الاشعاع وكلما زاد الارتفاع كلما ارتفع الاشعاع.

ومن المعلوم في الوقت الراهن أن الأشعة الكونية مكوّنة من مختلف أنواع الاشعاعات وأن بعضا منها يخترق الغلاف الجوّي مباشرة ثم إن عددا كبيرا منها أكثر اختراقا من الأشعة التي ترسلها العناصر الاشعاعية النشاط.

ويمكّن كلّ من الطول والمسار والكثافة التي تخلّفها علامة الأثر من قياس الوزن والشحنة الكهربائية وسرعة الدقيقة التي يصدر عنها الأثر.

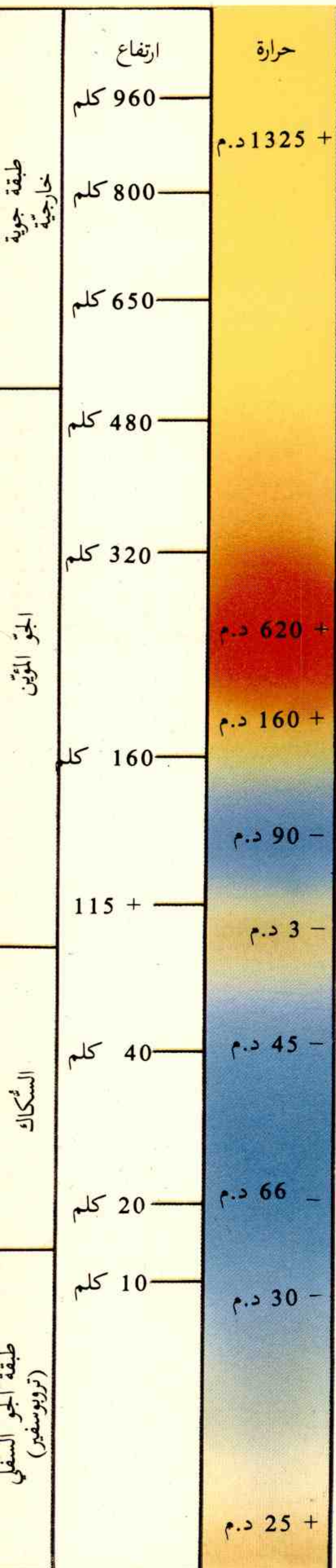
وهكذا يمكن أن نستنتج أن الأشعة الكونية تحتوي على بروتونات ونُوى جد ثقيلة مثل البوزيتون (وهو اليكترون ذو شحنة موجبة خلافا للمعتاد) وعلى بعض أنواع الميزونات (وهي دقائق مكهربة ذات حجم أقل من حجم البروتون وبشحنه كهربائية غير محددة: (موجبة أو سلبية أو متعادلة)، ثم على «النوترينو» أو دقيقة أوليّة محايدة (وكتلتها أصغر من كتلة الاليكترون ألفيْ مرّة ولها شحنة متعادلة).

ويمكن للشعاع الكوني أن يلامس ذرة وينتج خلال ارتطامه بها شعاعين أو عدة أشعة كونية ثانوية، تصطدم بدورها بذرّات أخرى فتتكاثر بكيفية تثير معها وابلا من الأشعة الكونيّة.

وبفضل تطوّر الملاحة الفضائية والأبحاث الفضائية، فقد حققت دراسة الأشعة الكونيّة الواقعة في ما وراء الغلاف الجوّي، تقدّما هائلا، الشيء الذي ساعد العلماء على قطع أشواط هامة في ما يتعلق بمعرفة أصل وتطور وبنية الكَوْن.

وكما سبقت الاشارة اليه، فالأشعة الكونية بالغة الاختراق الى درجة أن بعضا منها يخترق الغلاف الجوّي الأرض مباشرة. وبالفعل، ففي كل يوم هناك مايزيد عن مائة الف شعاع كونيّ يخترق جسمنا.

في الصفحة جانبه : رسم للجو الذي تمر منه الأشعة الكونية التي ترتطم بسطح الأرض . وقد قام فيكتور هيس V. HESS بدراسة الجو بواسطة منطاد هوائي ليكتشف سنة 1910 أنه على ارتفاع 1600 متر يتضاعف الاشعاع وأنه كلما زاد الارتفاع كلما تضاعف الاشعاع .



حرارة
ارتفاع
960 كلم
+ 1325 د.م
800 كلم
650 كلم
480 كلم
320 كلم
+ 620 د.م
+ 160 د.م
160 كلم
– 90 د.م
115 +
– 3 د.م
40 كلم
– 45 د.م
20 كلم
– 66 د.م
10 كلم
– 30 د.م
+ 25 د.م
طبقة جوية خارجية
الجو المؤيّن
السُّكاك
طبقة الجو السفلى (تروبوسفير)
طبقة (و)
الأشعّة الجوّية
طبقة (هـ)
نيازك
طبقة الأوزون

نشاط الذرات

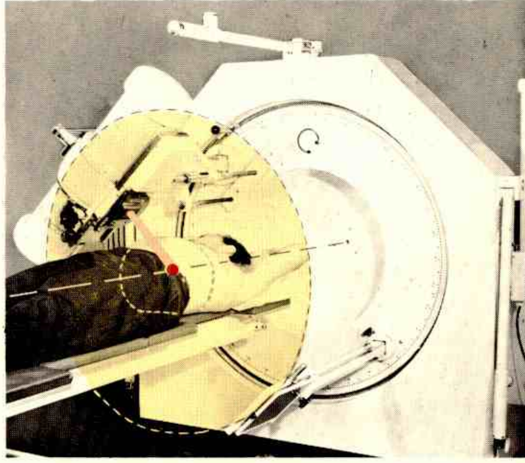
تكتسي الذرات الاشعاعية النشاط أهمية قصوى في مجال البحث العلميّ سواء من حيث استعمالاتها أو تطبيقاتها، فقد تقدمت علوم متعددة كالزراعة والطبّ والجيولوجيا وغيرها بفضل استعمال الدقائق الاشعاعية النشاط. ففي ميدان الطب مثلا، أمكنت دراسة سيرورة الهضم؛ إذ توضع كمية ضئيلة من الذرات الاشعاعية النشاط في مادة غذائية يتم بلعها، فتسهل مراقبة تنقلاتها في الجهاز الهضمي بواسطة عدّاد جيجير (GEIGER)، ويعمل هذا العداد بفضل خيط رهيف ممتدّوسط انبوب معدني يحتوي على خليط غازي خاصّ.

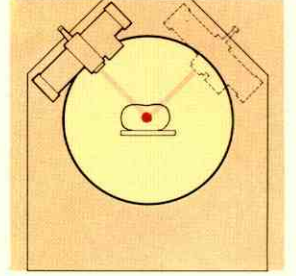
ويتصل كل من الخيط والأنبوب ببطارية تولّد عدة مئات الفولتات الكافية لانتاج شرارة بين الخيط والأنبوب. وعندما تدخل دقيقة مشحونة كهربائيا الى الأنبوب، فهي تثير هناك شرارة مما يجعل البطارية ترسل تفريغا تياريّا يتضخّم بواسطة مكبّر للصوت لكي تستقبله الأذن.

وبهذه الكيفية يمكن دراسة الموادّ الكيماوية المتنقّلة داخل الجسم. ويستعمل هذا المنهج كذلك لدراسة الدورة الدمويّة.

وفي الميدان التقني، يمكن تتبّع سيرورة بلَى عناصر محرّك سيارة بجعل المكابس إشعاية النشاط. أما في المجال الزراعي، فيمكن تحديد كمية السماد الملائمة للحصول على انتاج جيّد، وذلك بخلط قدر ضئيل من الذرات الاشعاعية النشاط بالسماد المستعمل؛ ذلك أنه عندما تنمو النباتات، يمكن استعمال عدّاد جيجير لقياس كمية السماد الذي امتصته.

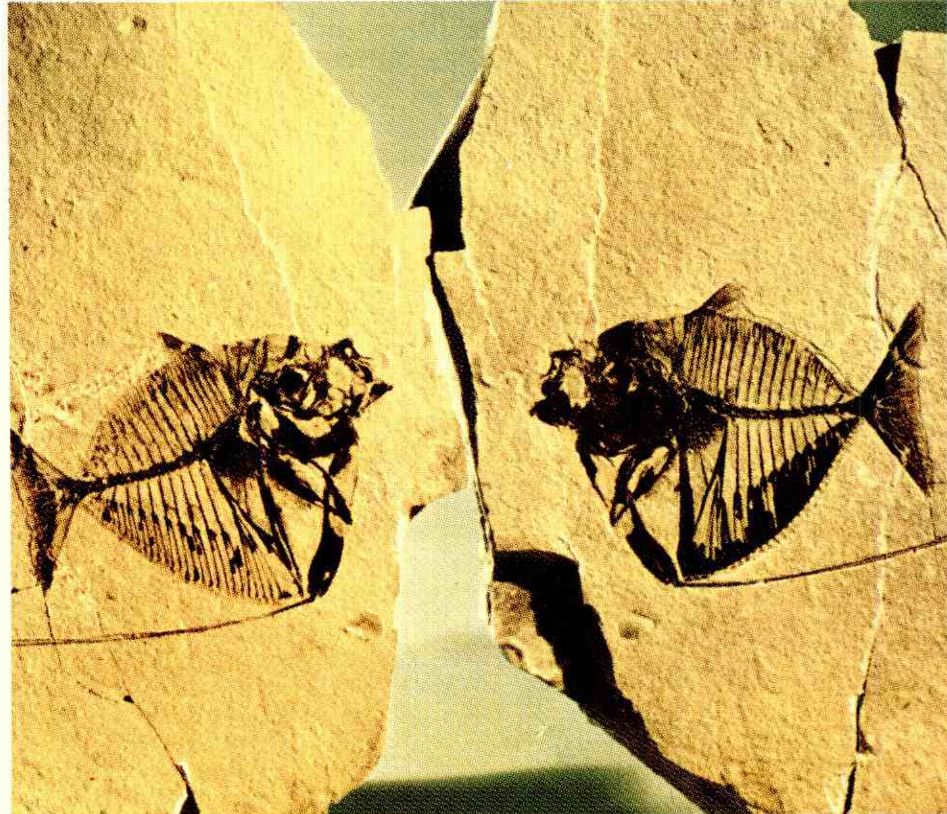
وفيما يتعلق بالنشاط الاشعاعي الطبيعي، فقد سبق أن لاحظنا ان نواة الذرات الاشعاعية النشاط تفقد نوترونيْن وبروتونَيْن عند إرسالها لدقائق ألْفا، مما يجعلها تغيّر من وزنها الذّري وعددها الذّريّ لتتحوّل الى ذرّة من نوع مغاير.









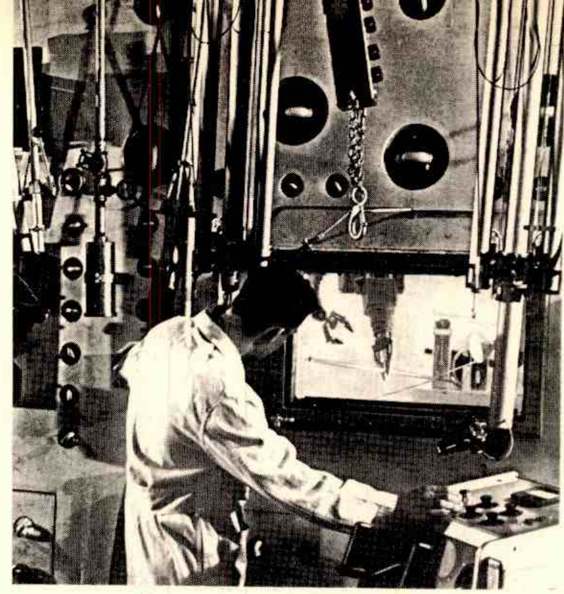


بعد اكتشاف إمكانيات استعمال الاشعاع ، ظهرت عدة آلات تمكن من استغلاله لأغراض علمية ، ومن المجالات التي استفادت من ذلك، الميدان الطبي وخاصة فيما يتعلق بالعلاج براديو الأشعة السينية . الرسم أعلاه يبين علاج ورم باطني بالاشعاع الدائر . وتمكن هذه التقنية من شع الورم بكثافة مع تخفيض الاشعاع اللاحق بالجلد والأنسجة السليمة في منطقة الاصابة .

الصورة الوسطى : عداد جيجر GEIGER لقياس النشاط الاشعاعي في الأجسام المختلفة .

الصورة جانبه : مستحجر يمكن تحديد عمره بواسطة النشاط الاشعاعي اعتمادا على نظام كربون 14 .

في الخطورة عندما تكون بكمية وافرة. ففي الأماكن التي تستعمل فيها المواد الاشعاعية النشاط، يكون من اللازم لوقاية الحياة البشرية اتخاذ احتياطات صارمة اتقاء لتأثيرات مصدر اشعاعي النشاط.



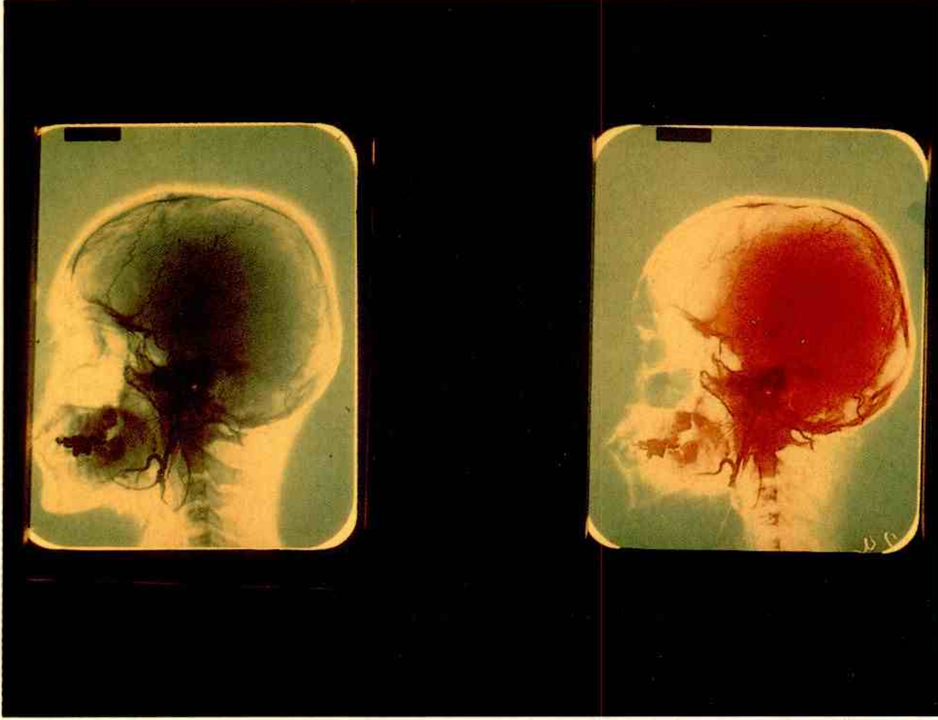
أعلاه : إن الاشعاعات المستعملة لمختلف الأغراض العلمية وغيرها تشكل خطرا كبيرا على الانسان ، ولذلك تتطلب معالجتها واستعمالاتها اتخاذ تدابير احتياطية ووقائية صارمة . ويستعمل الانسان الآلي للقيام بمعالجة المواد الاشعاعية النشاط بواسطة يدين على شكل ملاقط تكمل عمل يد الباحث الذي يقوم بعمله في مأمن من خطر الاشعاع .

وبمعاينة الأورانيوم وعناصر أخرى ذات نشاط إشعاعي مع معرفة بالزمن اللاّزم لكي يتحول عنصر الى آخر ومعرفة بأن جميع العناصر تنتهي بالتحول الى رصاص، يمكن قياس عمر صخرة تحتوي على الأورانيوم انطلاقا من كمية الرصاص التي تحتوي عليها. وبهذه الطريقة أمكن للجيولوجيين أن يقدّروا عمر الأرض وهو 4500 مليون سنة.

وبنفس الطريقة يمكن تقدير عمر أي شيء لا يتجاوز 70.000 سنة، وذلك بقياس كمية متكافىء كربون وزنه الذرّي 14، لأن كربون 14 يتحوّل كل 5730 سنة بمقدار نصف الكمية الموجودة. ويرجع ذلك الى كون أنهيدريد الكربون في الهواء يحتوي على كمية قليلة من كربون 14 تنتج عن اصطدام الأشعة الكونية بأزوت الغلاف الجوّي. ونظرا لأن النباتات تمتصّ أنهيدريد الكربون والحيوانات تتغذى بهذه النباتات، فإن جميع الكائنات الحية تتوفر على قدر معين من كربون 14.

ومن ناحية أخرى، هناك دقيقة ذات منافع خاصّة، وهي الالكترون. فالتيار الكهربائي نفسه تيار من الالكترونات. وباستعمال حزمة اليكترونات عوض الضوء، يمكن تشغيل المجهر الالكتروني الذي يتميز عن المجهر العادي بقدرته على انجاز تضخيمات هائلة تمكن من تمييز الجزيئات.

الاّ أن أشعة العناصر الاشعاعية النشاط تكون غاية





استعمالات النشاط الاشعاعي:

أعلاه : صورتان مشعاعيتان من انجاز جهاز جد معقد يعتمد على حرارة مختلف أجزاء الجسم .

جانبه : تجهيز متطور للأبحاث الراديولوجية .

التّفاعل المُسَلْسَل

ماهو الانشطار الذري وكيف يتمّ ؟

إن الأبحاث في ميدان الفيزياء النوويّة مافتئت تكتسي أهمية قصوى نظرا لما تتيحه من انتاج للطاقة النوويّة.

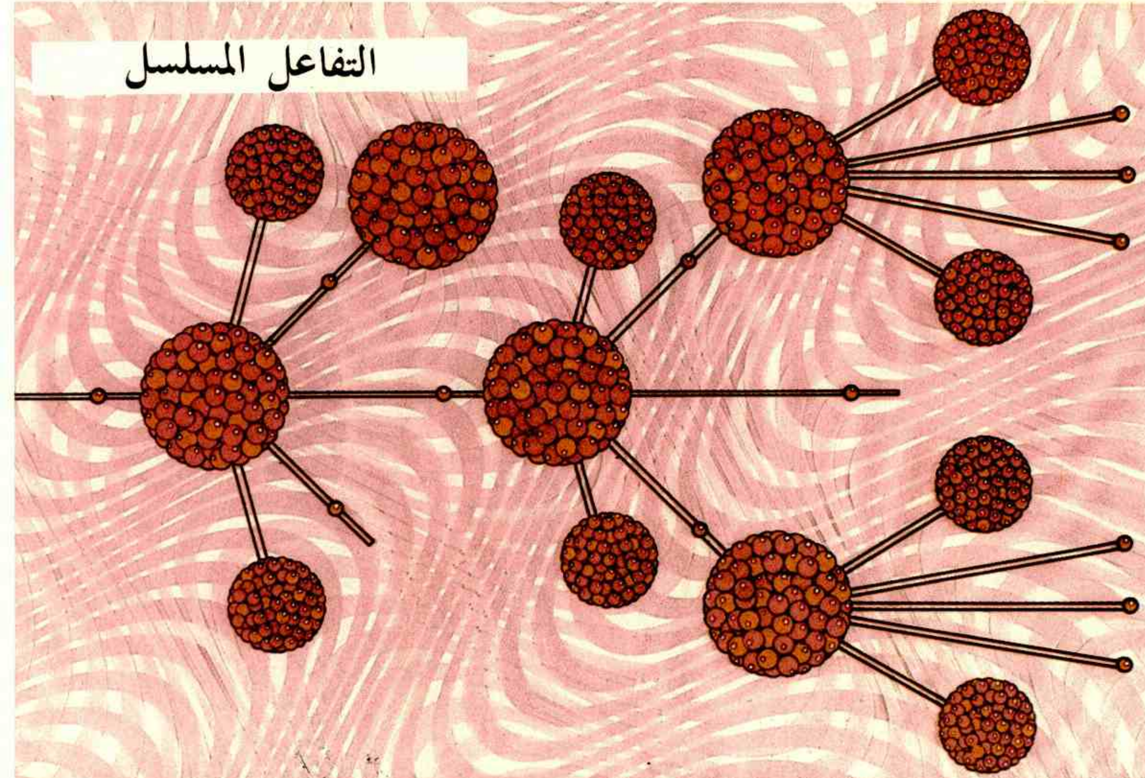
وفي هذا المجال، هناك منْحىً أوليا أمكن اتباعه بفضل سيرورة الانشطار المتمثل في قنبلة النّوى المستعملة للحصول على تفاعلات ناشرة للطاقة، ثم تحطيمها لتخليص الطاقة التي تربطها. ولهذا الغرض تكون النوى الأكثر تبيانا هي الأكثر ثقلا، أي العناصر ذات أكبر عدد ذرّي، انطلاقا من الاورانيوم.

وتتم سيرورة الانشطار على النحو التالي: فعندما يتمّ لمس نواة العنصر الثقيل (مثلا الاورانيوم الذي يزن 235) من قِبَل نوترون ويمتصّه، فهو ينفلق الى نواتين. وهكذا فحين نقوم بقنبلة كتلة أورانيوم بنوترونات، تنتج عن كتلة الاورانيوم كل تفاعلات الانشطار الممكنة المرفوقة بإنتاج متكافئات النّوى ذات الوزن الذري المتوسط. وبعد ذلك، تستعمل النوترونات المُخَلَّصة بالتعاقب، بدورها كآلية تمكّن التفاعل من الانتشار في جميع النوى. وذلك ما يعرف بالتفاعل المسلسل.

وقد اكتشفت هذه الظاهرة على يد ف. جوليو كوري (F.Joliot-Curie) سنة 1939، عندما أدرك وهو يقوم بفلق نواة الاورانيوم، بأن الانشطار لاينحصر فقط عند انفلاق النواة الى جزئين، ولكنه كذلك يُخَلّص نوترونيْن أو ثلاثة بإمكان كل نوترون منها أن يثير انشطار نوى اورانيوم أخرى وهكذا دواليك الى ان تصبح جميع النوى منشقّة. وهكذا فتسمية الظاهرة بالتفاعل المسلسل

ف. جوليو – كوري F. Joliot-Curie (أسفله صحبة إيرين) مكتش التفاعل المسلسل سنة 1939 .

أسفله : رسم بياني لتفاعل مسلسل يتم بقنبلة كتلة من الأورانيوم بواسطة نوترونات فتفلت بذلك نوترونات أخرى لتواصل الانشطار على كتل أخرى من الأورانيوم . ولهذا السبب تسمى الظاهرة بالتفاعل المسلسل .




فريدريك وإيرين جوليو – كوري

ماعي أهمية الاورانيوم في التفاعل المسلسل ؟

تفسّر بكون الانشطارات تتمّ بالتتابع، الواحد تلو الآخر. وعليه، فانطلاقا من نوترون أوليّ واحد، يمكن تشطير ما نحتاجه من ذرات الاورانيوم.

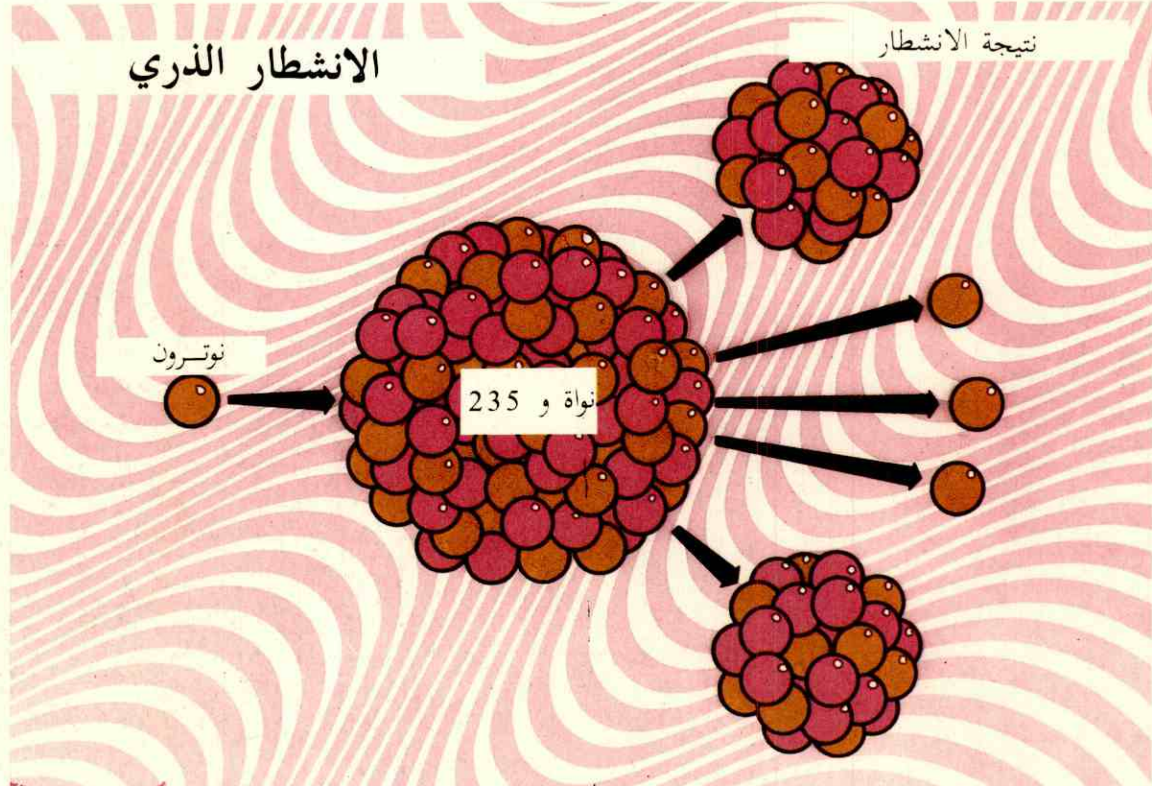
ولتحقيق انشطار كميات كبيرة من الاورانيوم، يستعمل جهاز خاص يعرف بالمُفاعل النوويّ.

ويرجع الفضل في اكتشاف الانشطار النوويّ الى أعمال العالم الالماني أوتو هاهن (Otto HAHN)، الذي اعتمد على التجارب السابقة لِفيرْمِـي (FERMI) للحصول على ذرّات أثقل من الأورانيوم. ومع هذا الاكتشاف أمكن إدراك الكميّة الهائلة من الطاقة الحرارية المحررة، والتي لم يسبق أن لوحظت من قبل، ولأخذ فكرة عن هذه الكمية الطاقية، نذَكّر بأن غراما واحدا من الاورانيوم 235 ينتج من الطاقة ما يفوق بكثير ما ينتجه مقدار طُنَّيْن من الفحم، هذا إضافة الى التكلفة المنخفضة. ومع انشطار الاورانيوم، أمكن استغلال مصدر طاقي أقل تكلفة من الفحم. وفيما بعد مَكّن اكتشاف التفاعل المسلسل، من إزالة آخر حاجز كان يتمثل في التكلفة الباهضة للنوترونات اللازمة لاثارة الانشطار.

وبفضل سيرورة الانشطار، اكتسى الاورانيوم



أعلاه هنري فيرمي H. FERMI عالم إيطالي يعد رائد الفيزياء النووية ، ويرجع إليه الفضل في حل مسألة أورانيوم 238 الذي كان يوقف التفاعل المسلسل في ذرات أورانيوم 235 فقد وضع الأورانيوم بين كتلتين من الغرافيت الذي يمنع أورانيوم 238 من امتصاص النوترونات المتحركة .



ماهي مخاطر التفاعل المسلسل ؟

كيف يتمّ الالتحام الذري ؟

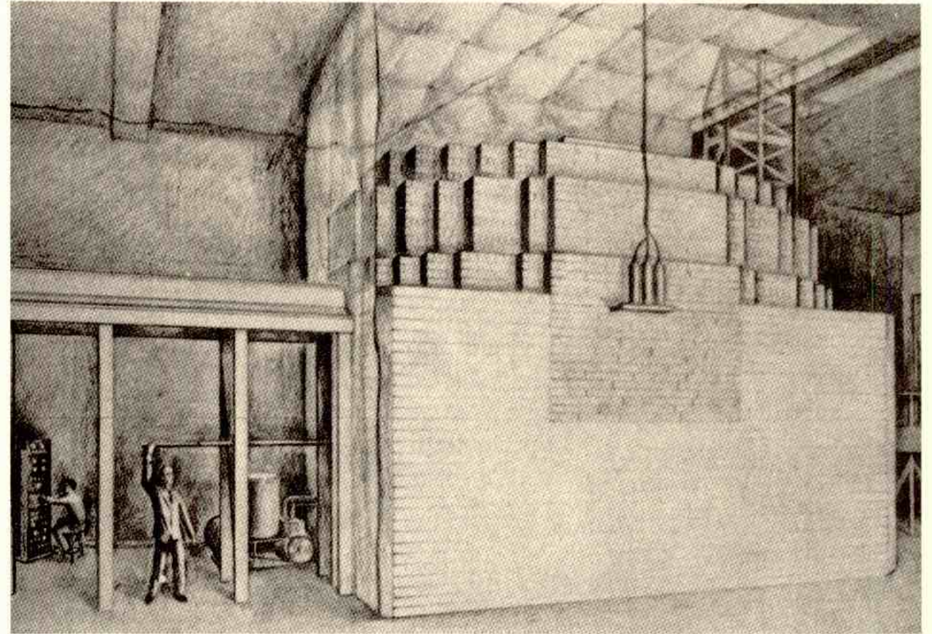
أهمية قصوى في ميدان التفاعلات النووية المسلسلة. وقد تم اكتشافه سنة 1789. والاورانيوم الطبيعي خليط من ثلاث متكافئات كلها اشعاعية النشاط وهي الـ234 و الـ235 ثم الـ238. ويمثل فيه المتكافىء الـ238 نسبة 99،27 بالمئة منه بينما لا يمثل كل من الـ235 والـ234 سوى نسبتي 0،71% و0،006% على التوالي. الاّ أن الانشطار لا يحدث سوى في الاورانيوم الـ235 في حين يقوم الـ238 بامتصاص النوترونات السريعة دون إثارة أي انشطار كما يوقف التفاعلات المسلسلة في ذرات أورانيوم 235. وقد توصل إينريكو فيرمي (E. FERMI) الى حلّ المشكل بوضع الاورانيوم بين كتلتين من الغرافيت. ذلك أن تواجد ذرات الغرافيت يجعل النوترونات المتحركة بفعل الانشطار تخفّض من سرعتها، حيث يصبح الاورانيوم عاجزا عن امتصاصها. ثم بعد ذلك تدخل في كتلة الاورانيوم الموالية لتصير قابلة لتشطير اورانيوم 235. ورغم حضور هذا **المعدّل** المتمثل في كتلة الغرافيت التي تقلّص سرعة النوترونات، فإن بعض النوترونات مع ذلك تتعرض للامتصاص من قِبَل اورانيوم 239 مولّدة بذلك الـ239 الذي يرسل دقيقتين من نوع بيتا ثم يتحوّل الى عنصر جديد وهو البلوتونيوم، وهو عنصر جدّ نافع لكونه قابلا للانشطار والاستعمال كمحروق. ولايوجد البلوتونيوم على حالته الطبيعيّة، ولكنه يصنع في مفاعلات نوويّة.

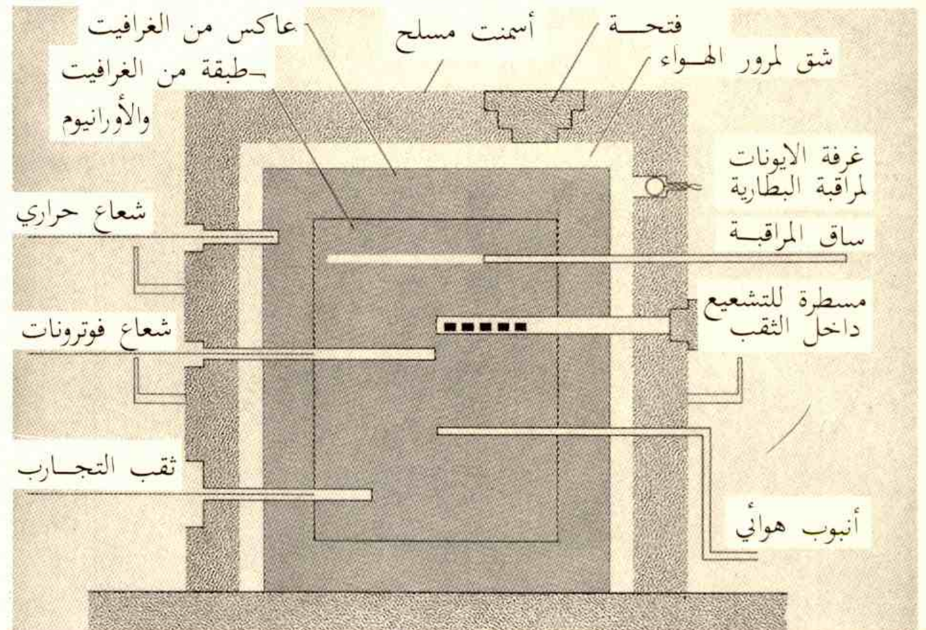
ويستعمل الانشطار المسلسل في ميدانين على الخصوص وهما انتاج الطاقة المتواصلة لأغراض صناعية وخاصة لتشغيل المحركات ثم انتاج التفاعلات المتفجّرة كالقنبلة الذرية مثلا.

التحام وتركيب النّوى

في سنة 1905، اكتشف اينشتاين أن الشيء يكون اكثر ثقلا عندما يكون حارّاً مما هو عليه عندما يكون بارداً، وإذا أمكن تحطيم جزء من المادة وتحويل كل وزنها إلى حرارة، فسوف يتم الحصول على كميات هائلة من الحرارة، وهكذا فبضع غرامات من المادة كافية لارسال نفس الحرارة التي تصدرها ملايين الأطنان من الفحم، وانطلاقا من هذا المبدأ، يمكن نظريّاً تخيّل الكمية المذهلة من الحرارة التي يستطيع مفاعل نووي انتاجها.

وقد رأينا سابقا أن انشطار ذرات ثقيلة مثل اورانيوم 235 او بلوتونيوم 239 يمكّن من انتاج كمية أكبر بكثير مما يُنتجه ذوبان نوى خفيفة كنوى الهيدروجين او الدوتيريوم (وهو الهيدروجين الثقيل وعدده الذري : 2) او الهيليوم، وتعرف هذه السيرورة بالالتحام الذري، ومن الصعوبة بمكان صهر نواتين بالمقارنة مع سهولة تحطيم إحداهما، لأنهما تتوفّران على شحنة موجبة وتميلان إلى التنافر، وهكذا فلابد من جعلهما تصطدمان بسرعة فائقة للحيلولة دون تنافرهما، وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هي تسخينهما عند درجات حرارية جدّ





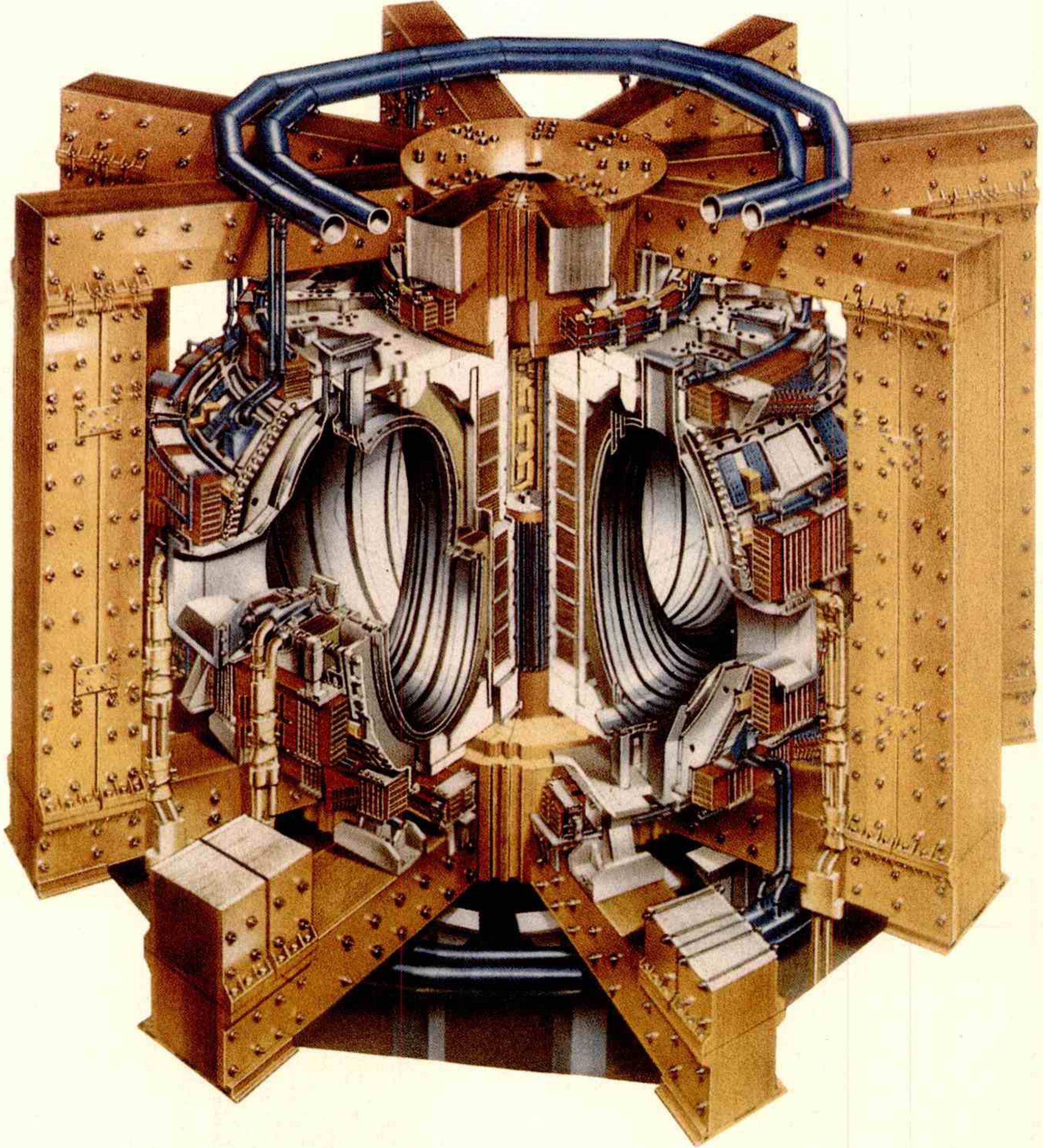
أول تفاعل نووي مسلسل مضبوط تمت تجربته في شيكاغو تحت إشراف فيرمي FERMI بتاريخ 2 دجنبر 1942 ، وهو نظام من الأورانيوم والغرافيت المعروف بالبطارية .

أسفله : مظهر باطني للبطارية التجريبية ، ويتكون قلبها من الأورانيوم والغرافيت كما يبدو في الرسم . والتفاعل داخل البطارية معزول بجدار سميك من الأسمنت المسلح ونظام تبريد بالهواء .

ماهو الديتريوم ؟

مرتفعة، إذ لابد أن تفوق هذه الحرارة عشرين مليون درجة لكي تتنقل النوى بمافيه الكفاية لجعلها تنصهر. وعند هذه الدرجة الحرارية، لم تعد هناك حاجة للمزيد منها لأن الالتحام نفسه كفيل بانتاج مايكفي من الحرارة للحفاظ على الدرجة الحرارية اللازمة، إلى أن تنصهر جميع الذرات. وهذه الحرارات لاتوجد على الأرض باستثناء

أسفله . رسم بياني لـ « جيت » JET = JOINT EUROPEAN TORNS وهو مفاعل نووي من إنجاز المجموعة الأوروبية في بريطانيا . ويتعلق الأمر بجهاز ذي حقل مغنطيسي يجري داخله الديوتيريوم بسرعة فائقة على شكل غاز مؤين .



قنابل الاورانيوم. أما في مركز الشمس حيث تبلغ الحرارة عدة ملايين الدرجات، فيمكن الاعتقاد أن الحرارة التي يرسلها هذا الكوكب تثيرها تفاعلات نوَحَرَايّة (نوويّة حرارية).

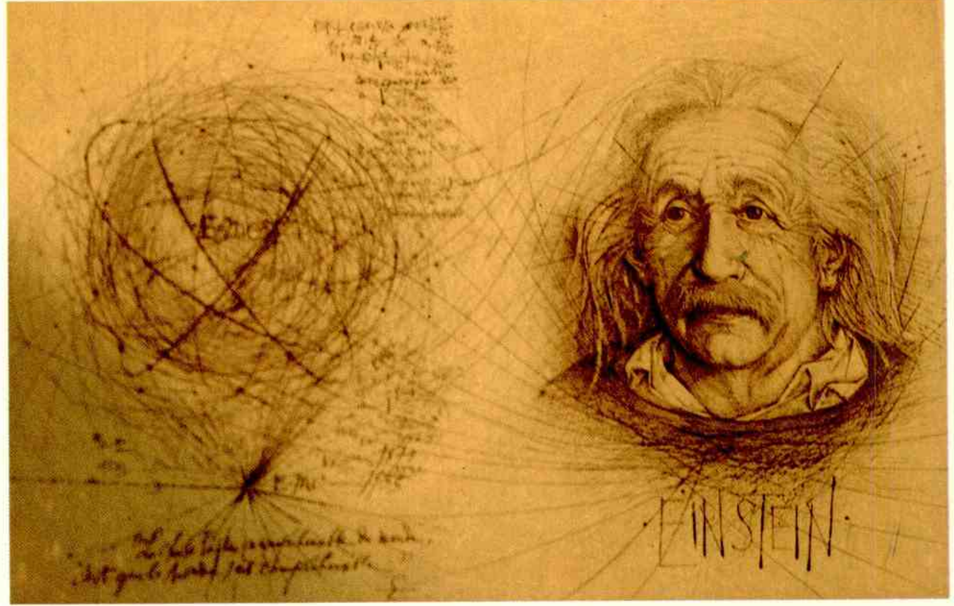
ويتميّز الالتحام عن الانشطار بفعالياته القصوى في انتاج الحرارة، من ذلك أن الأرض لا تتوفّر على مخزونات كبيرة من الأورانيوم، وبالاستمرار في استعمال هذا العنصر النادر سوف ينفذ على أمد متوسط يتراوح ما بين مائة ومائتي سنة؛ وبالمقابل فكمية الدوتيريوم الموجودة في البحار هائلة وبإمكانها أن تسدّ الحاجة إلى الطاقة لمدة مليار سنة، ومن جهة أخرى فتكلفة الأوانيوم والدوتيريوم متساويتان، كما أن خطر الاشعاعات منخفض في سيرورة الالتحام بينما الشظايا الصادرة عن سيرورة الانشطار ذات نشاط اشعاعي قويّ مما يضاعف من خطورتها. وفي الوقت الراهن يمكن انتاج درجات الحرارة البالغة الارتفاع واللازمة للالتحام باستعمال شرارة كهربائية تُقحم في الغاز المؤيّن (أو البلاسما). المحتوى في أنبوب خاصّ. إلا أنه لابد من التمكّن من الاحتفاظ بالغاز المسخّن بعيداً عن جدران الانبوب؛ لأن ملامسته إياها يَجعل الحرارة المرتفعة تكسّر الانبوب مما يبرّد الغاز، وفي هذا المجال يتمّ دراسة الحقول المغناطيسية لتفادي تماسّ البلاسما وجدارن الأنبوب.

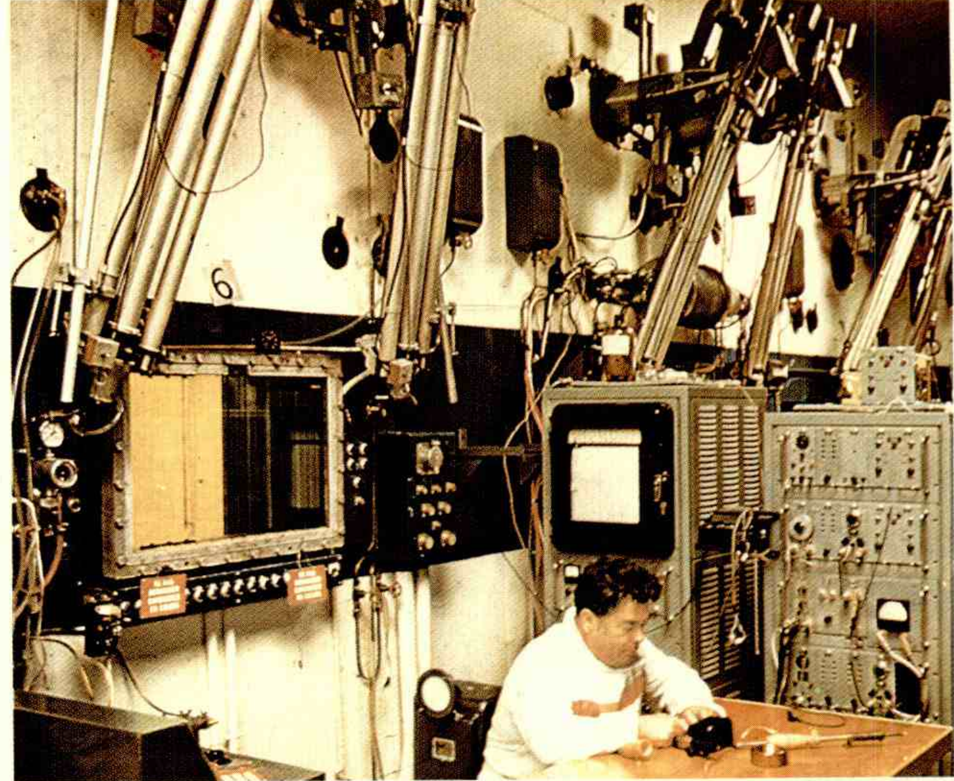
غير أنه من الواضح أن كلّ الانجازات النظرية منها والتطبيقية الخاصة بالالتحام لم تحقق بعد استعمالا سلميّا لهذه الطاقة الهائلة، ومازال البحث قائماً كذلك لاستغلال الطاقة التي ترسلها التفاعلات النوحرارية لأغراض سلمية.

الصورة 1 : ألبير اينشتاين رائد نظرية النسبية أحرز على جائزة نوبل سنة 1921 .

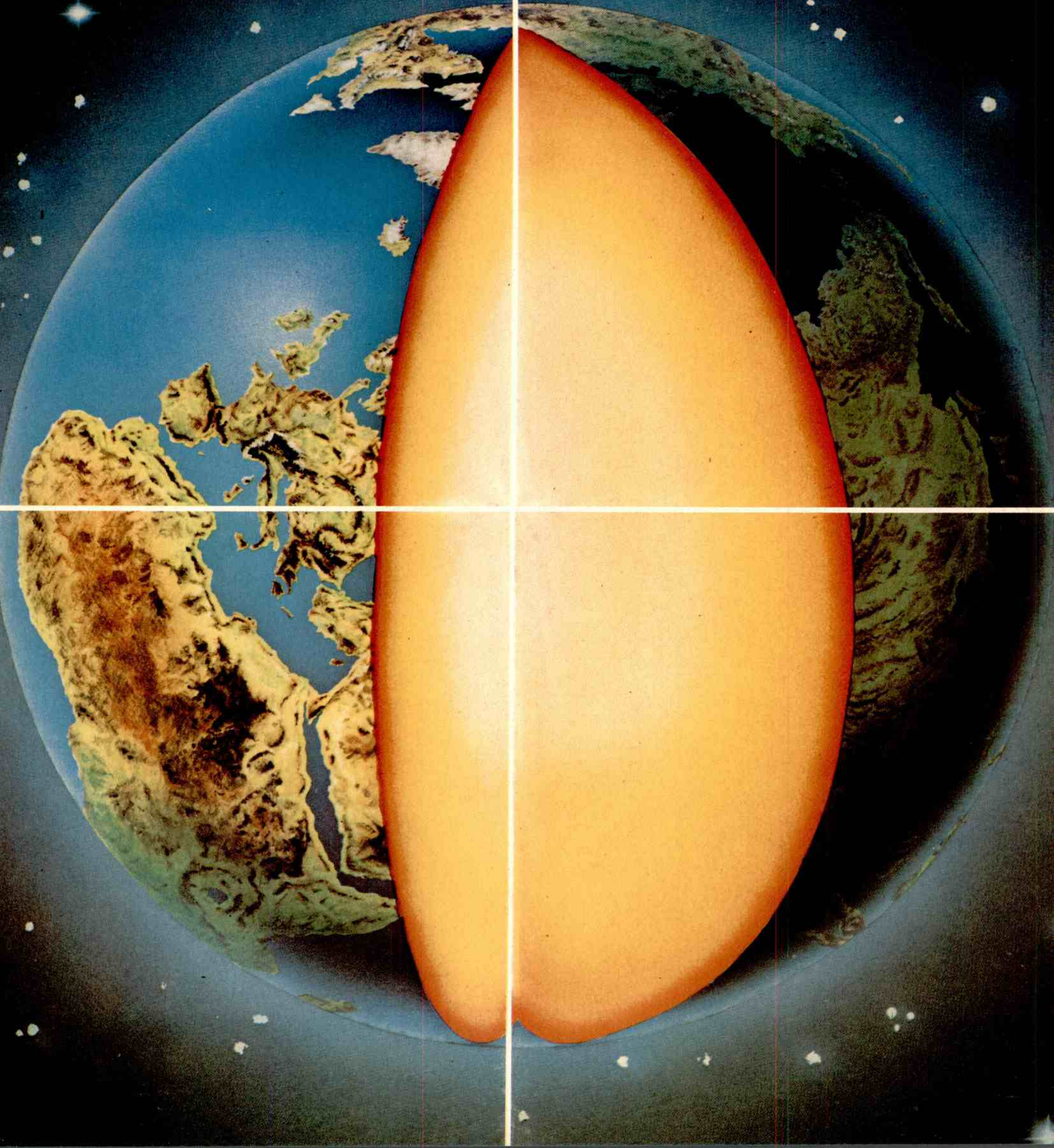
الصورة 2 : مركز الأبحاث الذرية في ساكلاي ويظهر مختبر لدراسة المحروقات الاشعاعية .

الصورة 3 : سحابة ذرية (فطر نووي) ، ويتعلق الأمر هنا بانفجار تجريبي في الولايات المتحدة (1945) .





الأرض وطاقاتها



المصادر المائيّة

لماذا لا نستعمل سوى جزء من ماء الأرض ؟

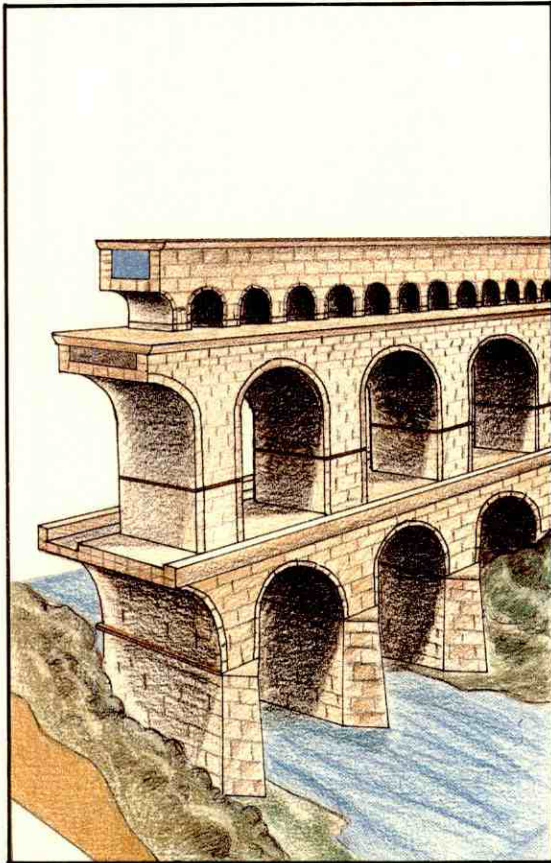
إن على الانسانية في العصر الراهن أن تعمل على تحقيق ما من شأنه مساعدتها على مواجهة ثلة من المشاكل التي تتهدد حياة البشرية في العصور اللاحقة، ومنها على الخصوص مشكلة التوزيع المتكافىء للمواد الغذائية، والانفجار الديموغرافي في المدن، وتلوث الهواء ثم بالدرجة الأولى مشكل الماء. هذا العنصر الثمين الذي تقوم عليه كل من الصناعة والزراعة والحياة البشرية والحيوانية وغيرها، مما يفرض اقامة سياسات معقلنة للحفاظ عليه واستغلاله بكيفية ملائمة وفعالة.

وكوكبنا غني جدّا بالماء، الاّ أنه، كما هو معلوم، فكل ما يتوفّر عليه لا يصلح كله للاستعمال. فمياه الميحطات والبحار وبعض البحيرات الممتلئة بالمعادن والاملاح وغيرها من المواد الكيماوية، كلها محدودة الاستعمال. كما أن المجالد والقنن القطبية تمثل مخزونات وافرة من المياه العذبة إلا أن استغلالها يتطلب تكاليف باهضة مما يجعلها غير نافعة. أما في باطن الأرض فهناك كميات كبيرة من الماء تتوزع بين المناطق الخضراء والمناطق الصحراوية نفسها. وقبل سنين كان الاعتقاد سائداً أن كل هذه المخزونات من الماء غير محدودة ولن تنبض أبداً، إلاّ أن الدراسات المتخصصة ما لبثت أن أثبتت أن ذلك مجرّد وهم واه، لأن الاستهلاك المتزايد من الماء ما فتىء يقلّص فعلا من هذه الكميات المخزونة منه بشكل صارخ. ويتمّ أكبر قسط من الاستهلاك في الميدان الصناعي وخاصة ما يتعلق بانتاج الكهرباء والفولاذ

من بين أقدم أنظمة جلب الماء الأنابيب والقنوات التي اخترعها الرومان . فقد كانت القنوات تنقل الماء إلى روما وإلى خارج إيطاليا .

في الصورة والرسم قنطرة غارد على نهر الرون بفرنسا وطولها 274 مترا ونلاحظ تنوع الأقواس .





والورق وتكرير النفط إضافة إلى الصناعات المنزلية والفلاحية. لأن هذه الأنشطة كلها تتطلب كميات من الماء لا تكف عن الارتفاع يوما عن يوم، لأغراض مختلفة كالتبريد وانتاج البخار والنقل والتنظيف وغير ذلك من الحاجيات، من جهة، ومن جهة أخرى لأن هذه الانشطة تؤدي إلى تلوث مفرط للأنهار بقذفها بما تلفظه من نفايات وبقايا. وهذا التلوث يجعل عدداً كبيرا من المصادر المائية السطحية منها والباطنية غير قابلة للاستعمال، مما يؤدي إلى تبذير مهول تتهدد عواقبه البشرية جمعاء.

ولتفادي الخسائر التي قد تنجم عن نقص في المياه لابد من وضع سياسات محكمة وصارمة للتحكّم في أساليب المحافظة على أكبر رصيد من المياه. إذ يجب اختراع وسائل جديدة كفيلة بجمع وخزن أكبر كمية من المياه العذبة مع تطوير لآليات تحلية مياه البحار بأقلّ تكلفة مما هي عليه حاليا، ثم تطوير أساليب تصفية المياه الملوّثة. وهناك العديد من الوسائل والامكانيات المتوفرّة في هذا المجال نذكر منها ما يلي:

فالسدود التي تقام على طول مجاري الأنهار معَدّة لخزن المياه خلال فترات الفيضان، لاستعمالها فيما بعد خلال فترات الجفاف، وهي تمثل بذلك خزانات مائية جدّ نافعة. ويتطلب بناء سدّ توفر بعض الظروف الخاصة، مثل كمية التساقطات التي يستقبلها النهر ثم الدراسة الدقيقة للتربة والصخور لمعرفة مدى قدرتها على تحمل الضغط القوي الذي سوف يثيره تجمّع المياه. وتعرف هذه السدود **بسدود الخزن** وهي تبنى إما بالأسمنت المسلح أو بالحجارة أو الحصى. وهناك أيضا أنواع أخرى من السدود ومنها السدود **الفائضة** التي تفيض خلال فترات الفيضان دون

كيف يجلب الماء بكميات وافرة ؟



في الهامش: قناة حديثة بإيطاليا.

أسفله: رسوم تبيانية لبناء السدود.

أ - لتشييد سد، لابد قبل كل شيء من تحويل مجرى النهر. وبعد ذلك يبْنى دهليز (1) يمر منه الماء المحرّف عن اتجاهه بواسطة سدّ مؤقت (2)، وفي سافلته يمكن القيام بالأشغال اللازمة. ويظهر المجال الصخري (4) لهذا السدّ على شكل معلق. (ب): على المنحدر (4) في الجانب الآخر توضع طبقة من الحصى (5) وتلبيس كتيم (6). وفي السافلة يتم حفر قناة تفريغ (7). وهناك مصبّ صخري مصون من التسربات المحتملة. ج: سدّ من طين: يتم الحفر إلى غاية الوصول إلى طبقة صخرية كتيمة فتحفر بدورها (1) وتملأ بالموادّ العقيدة (3) في حين يبنى باقي السّد بطبقات من الطين العادي (4). ويغطّي المنحدر (5) بالحصى (6) والحجارة (7) تفاديا للحتّ. وفي السافلة (8) يغطي بالنباتات (9) ثم تقام قناة تفريغ (10) في المنحدر لتمكين الماء من السيلان.

أن تلحق بها خسائر، ثم السدود **المتحركة** المستعملة لضبط مستوى الماء أو صرفه أو لانشاء خزان للماء لسقي الحقول او للاستغلال الهيدروكهربائي. وتبنى السدود المتحركة بواسطة مجموعة من الألواح الخشبية الموضوعة عمودياً والتي تعرف عادة **بالهوائس**، ويمكن للماء المجمّع في هذه الأحواض أن ينقل إلى مسافات بعيدة بواسطة أنظمة من القنوات.

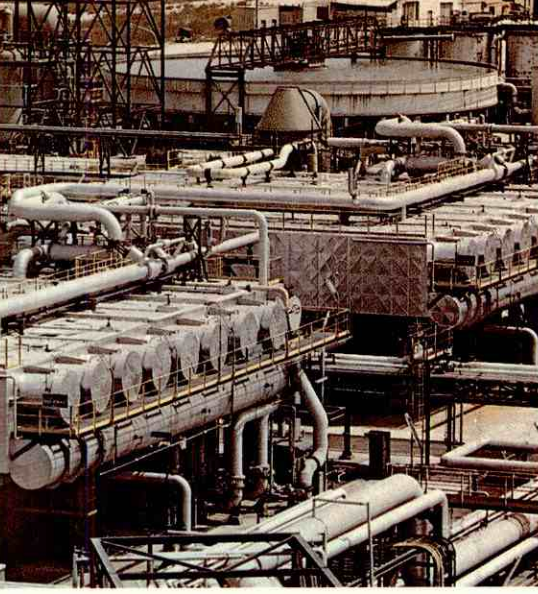
كيف تعمل السدود ؟

وكما أشرنا إلى ذلك، ففي الصحاري نفسها توجد مخزونات مائية تتجلى بعض مظاهرها في الواحات، فالماء الذي يتسلل ويصفى عبر طبقات التربة ينزل إلى باطن الأرض إلى أن يجد هناك طبقة صخرية عقّيدة توقفه عن التسلّل والنزول، ممّا يشكل **ضَلَلاً** أو حوضاً جوفيّاً تتجمع فيه المياه، وعندما يتم تحديد نقط هذه المياه الجوفية يمكن القيام بعمليات تنقيب أو حفر آبار لجلب الماء إلى السطح، وإذا كان الماء محصوراً بين طبقتين صخريتين كاتمتين، فبواسطة حفر ثقب يمكن جَلب الماء الى السطح وفق مبدإ الأواني المستطرقة، وذلك ما يعرف بالآبار الأرتوازية.

ماهو دور الآبار الأرتوازية ؟

ومن المعلوم أن الماء المخزون في السدود والمستجلب من الآبار أو من الأنهار لا يمكن استعماله مباشرة لكونه يحتوي على موادّ قد تكون مضرة بصحة الانسان، ولذلك لابد من تصفيتها وجعلها صالحة للشرب. وهناك أساليب متطورة لتصفية الماء وتطهيره وتتمثل في تجميعه في خزانات كبيرة لجعل أكبر كمية من التلوّث تَترسّب في القعر ثم بعد ذلك تتم إبادة البقايا الدقيقة عن طريق التصفية من خلال الحصى والرمل ليعالج الماء في المرحلة الأخيرة بواسطة الكلور. أما فيما يخصّ المياه البحريّة، فالمسألة تتعلق بالأساس بتخفيض تكلفة التّحلية التي مازالت في الوقت الراهن جدّ باهظة. وتتمثل عملية التحلية في فصل الأملاح عن الماء أي بتحويلها من مياه غير صالحة للشرب إلى شروبة وصالحة للسقي على غرار المياه العذبة. ومن أبسط الأساليب في هذا المجال التحلية بالتسخين، ذلك أن المياه البحرية تجمّع في أحواض ضخمة حيث تتعرض إلى الغليان، وبتسخين الماء المالح يصبح أخفّ وزناً ويصعد على شكل بخار سرعان ما يتكثّف ويتسيّل بملامسته للهواء. ويبقى جزء من الماء المحتوي على تمركز ملحيّ قويّ، في قعر الحوض، وهو ما يُعرف **بالمُمَلّحة** إذ يستعمل لصناعة ملح الطبخ. ومن الناحية العملية فهذه العمليّة محاكاة لظاهرة طبيعيّة. وقد رأينا سابقا (الجزء الخامس من الموسوعة) أن درجة ملوحة البحر تتفاوت حسب درجة التبَخّر الذي تثيره حرارة الشمس. وهذا البخار الذي يتكثّف على شكل سحب، يعود إلى الأرض على شكل مطر، وهو كما هو معلوم عبارة عن ماء عذب.

وهناك أسلوب آخر يعرف **بالتّناضح العكسي أو الارتشاح الغشائي**،وهو قائم على كون سائلين مختلفي التركيز منفصلين بواسطة غشاء، إذ يحدث انتقال مركّبات المحلول الأكثر شعشعة إلى المركّبات الأكثر كثافة، الشيء الذي يوازن بين المحلولين. فإذا كان السائلان متمثلين في الماء والماء المالح، فبعد مدة زمنية يكونان معاً على نفس درجة الملوحة وهذا هو التناضح، وبالمقابل، إذا تمت ممارسة ضغط قوي على السائل المالح، فسنحصل على كميّة معيّنة من الماء العذب الذي ينفذ من خلال الغشاء إلى الحوض الآخر وذلك هو التناضح العكسي أو الغشائي. ويكون الضغط الذي تتمّ ممارسته مرهوناً بدرجة مُلوحة الماء ودرجة كتامة الغشاء والصفاء الذي يراد الحصول عليه. ويستعمل هذا الاسلوب بالاضافة إلى تحلية مياه البحر، في تصفية وتغيير مياه التصريف الجارية.



أعلاه : منشأة لتحلية مياه البحر بإيطاليا .



على الهامش : هويس قناة . ونلاحظ القنطرة التي ترتفع لتسمح بمرور السفن .

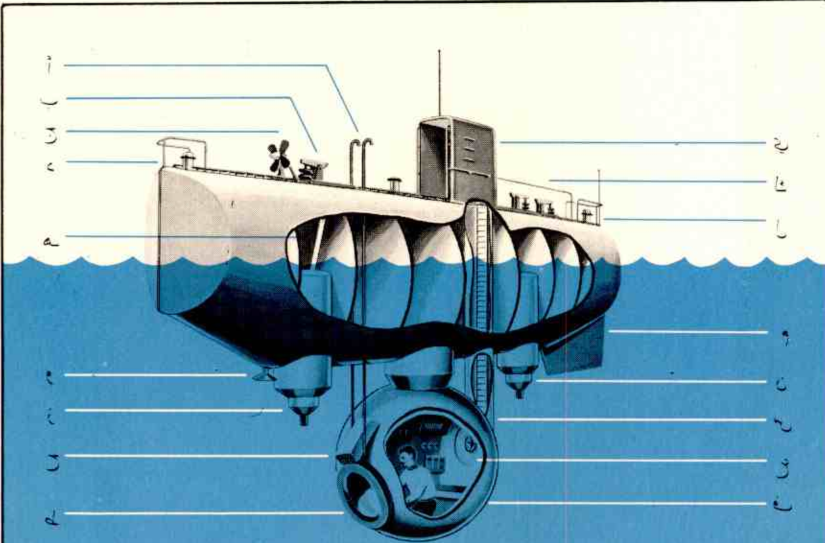
جانبه : خزانات للماء الشروب بعد تحليته (الكويت) .

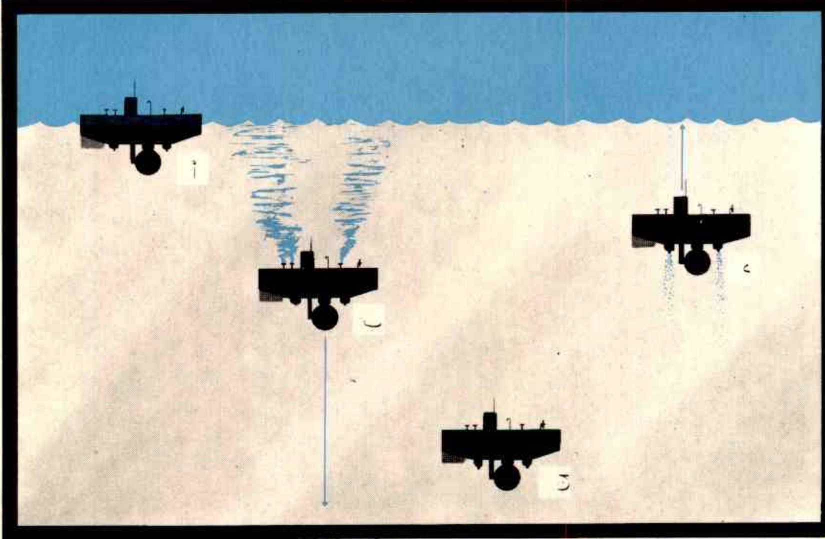
استغلال البحار

إن الدراسات المتعلقة بالبحار والمحيطات والمعروفة بعلم المحيطات ما فتئت تتطور وتكتسي أهمية قصوى بفضل التقنيات والاساليب العلمية الحديثة. وقد اهتم الانسان بالبحار منذ أقدم العصور لكن عوائق كثيرة كانت تحول بينه وبين سبر أغوارها ومعرفة أسرار قيعانها، وكانت هناك محاولات كثيرة لتخطي تلك العراقيل، ومن أهمها انجازات أوغست بيكار (A. PICARD)، الذي دشن عهدا جديداً في تاريخ دراسة الاعماق البحرية وبيكار عالم سويسري قام باختراع «الباتيسكاف» سنة 1960 ووصل به إلى غاية قعر حفرة ماريان التي يبلغ عمقها 11،500 متراً. وفي الوقت الراهن تقام مثل هذه الدراسات بواسطة بواخر محيطيّة مجهّزة بأحدث آلات ومعدّات قياس الجاذبية والمغناطيسية والأعماق البحرية وشدة التيارات وغير ذلك من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبحار. وتجري الأبحاث المحيطية حسب توجّهات مقنّنة تهدف الى دراسة وتحليل الخصائص الآلية والفيزيائية والكيميائيّة والهيدرولوجية للبحر، ومنها مثلاً التيارات ودرجة الحرارة والملوحة والتركيب الكيميائي وغير ذلك من الظواهر البيولوجية المتعلقة بحياة الأجسام وسط الماء والظواهر الجيولوجية الخاصة بطبيعة اعماق وقعر المحيطات. وتتم مثل هذه الدراسات على المستوى النظري المحض وكذلك بهدف استغلال الخيرات الوافرة التي تختزنها البحار، ذلك أن البحار تحتوي بالاضافة إلى الأملاح، جميع أنواع المعادن والموادّ النفيسة ومن بينها

كيف تتم تنقية مياه البحر.؟

ماهي كرة الاعماق وما استعمالها ؟

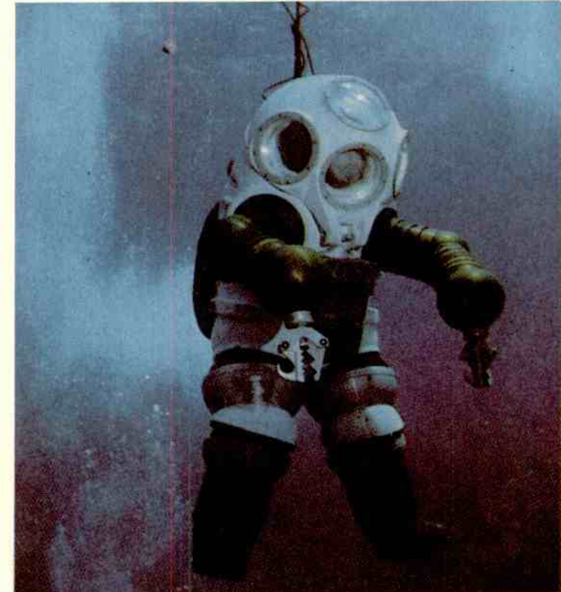




أسفله : ستار II ، وهو غواصة فردية تستعمل للاستكشافات المحدودة .

جانبه : **أعلى** : غواصة فردية تصل الى عمق حوالي 10.000 متر : أ . انبوب التنفس ، ب . مغنطيسات الفصل ؛ ج . مروحة ؛ د . صمامةتفريغ الهواء ؛ هـ . خزانات الوقود ؛ و . مصابيح كاشفة ؛ ز . صندوق الصابورة ؛ مصباح كاشف ؛ ح . نافذة ؛ ط . منخل الولوج ؛ ي . مغنطيسات الفصل والتوقيف ؛ ك . صمام لتفريغ الهواء ل . سُكّان م . صندوقة الصابورة ؛ ن . مُنخل ؛ س . ثقب الراكب ؛ ع . غرفة فولاذية للمراقبة .

أسفل : رسم بياني لعمل الغواصة الفردية . أ . طفو على سطح الماء ؛ ب . للغوص ، يطلق البنزين تدريجيا ؛ ج . تهبط الغواصة بانتظام فينفذ ماء البحر الى العوّامة ؛ د . عند رمي الصابورة تصعد الغواصة من جديد الى السطح .

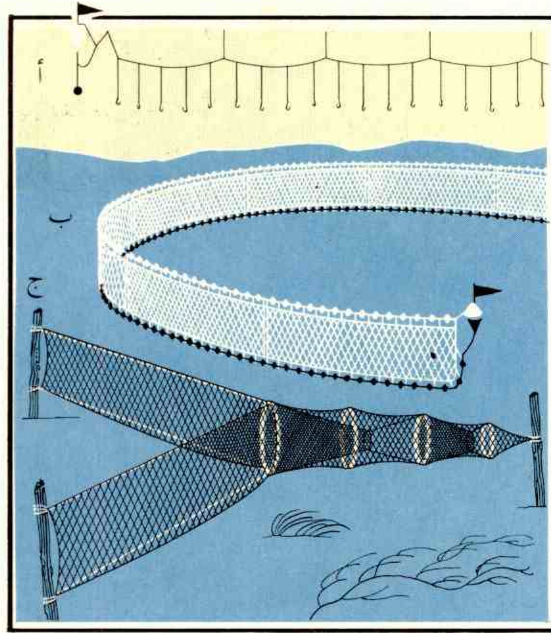


كيف تربى الاسماك في الأحواض ؟

كميات هائلة من الذهب والفضة. كما أن استخراج النفط والغاز الطبيعي والمغنيسيوم والبروم من البحر قد بلغ حَاليا درجات قصوى من التّقدم ومازالت الأبحاث جارية لانجاز وسائل لاستخراج المنغنيز.

وإضافة إلى كل هذا ، فالبحر يشكل مخزونا غذائيا هامّاً لما يحتويه من ثروات سمكية. ومن المعلوم أن السمك يشتمل على موادّ بروتينية ودهنية وفوسفورية مكملة لتغذية الانسان، وهو فضلا عن ذلك يلعب دوراً أساسيا في اقتصاد وتغذية بعض الشعوب.

وكما هو الشأن بالنسبة للكائنات الأرضية، فحيوانات ونباتات البحار تتوَزّع بأشكال مختلفة حسب المناطق الملائمة لحياة كل صنف، وهكذا فالاسماك توجد في المناطق ذات الظروف الطبيعية الأكثر ملاءمة ومنها المناطق الساحلية حيث يكثر العلق وهو غذاء بعض اصناف الأسماك، ومن الناحية الاقتصادية، فقد تطورت أساليب الصيد البحري بصناعة بواخر الصيد المجهزة بآلات للتبريد والتجميد وحفظ السمك طريّا مدّة طويلة، مما ساعد على الصيد في عرض البحار وجعل هذا النشاط الذي كان من قبل تقليديا، من القطاعات الصناعية الضخمة. وقد تضاعفت بذلك كميات الاسماك التي يتم صيدها كل سنة. ويعد هذا النوع من الاستغلال المكثّف لثروات البحار عاملاً يمسّ بحياة وتطوّر الأنظمة البيئيّة البحرية ويحول دون اعادة إنشاء مجالاتها الحيويّة ممّا يقلّص تدريجيّا من مخزونات السمك في مختلف البحار والمحيطات، ولتفادي هذا المشكل البيئي والاقتصادي لابد من تطوير بعض التقنيات الحديثة لمضاعفة انتاج الاسماك والمحافظة على سلامة العالم البحري، ومن هذه الاساليب المتطورة تربية الأسماك في احواض خاصة لتحقيق تكاثرها بطرق علمية بحيث يمكن التحكم في انواعها وكمياتها كما هو الشأن بالنسبة لتربية الدجاج وتفريخه اصطناعياً.



أساليب الصيد البحري : الصنّور أو القصبة النائمة (أ) وهي قصبة طويلة مزوّدة بمجموعة من الصنارات تنزل الى قعر البحر ، وتبقى شبكة طويلة (ب) معلقة في الماء بواسطة عوّامات . وتوضع هذه الشبكة عادة في مياه السواحل القليلة العمق حيث تلقي بها مراكب الصيد أو ينقلها الصيادون الى هناك . بعد ذلك يتم تقريب طرفي الشبكة من بعضهما بجرّ الشبكة نحو الشاطىء . والشبكة القُمعية (ج) عبارة عن نظام معقد يتكوّن من شباك متعددة ومتباينة ترتب على شكل قُمع يحول دون افلات الاسماك .









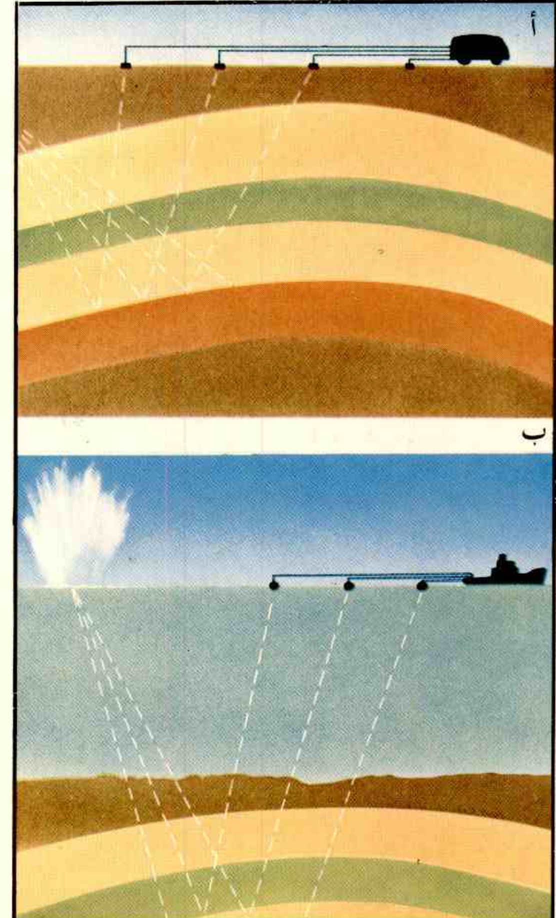
الصورة أعلاه : البواخر – المصانع من اختراعات العصر الحديث في ميدان الصيد البحري ، وتكون عادة مرفوقة بأسطول صغير من مراكب الصيد . ويظهر في الصورة حوتيّة رفقة اسطولها الصّغير ، وهي راسية في ميناء ساندفيورد بالنرويج .

جانبه : إن أغلب بواخر الصيد مزوّدة بتجهيزات تبريد تمكّن من خزن الأسماك والبقاء طيلة أيام متعددة في عرض البحر . وهناك بواخر أخرى لا تتمكن من ذلك لعدم توفرها على نظام تبريد وخزن ، ولذلك فهي تضطر للعودة كل مساء إلى الميناء لافراغ حمولتها .

النفط والغاز الطبيعي

إن النفط او البترول من أهم مصادر الطاقة في العصر الحالي، إذ يمثل 45% من الطاقة المستهلكة و63% منها إذا أضفنا اليه الغز الطبيعي. ويستعمل النفط في مختلف مجالات حياة الانسان، إذ بدونه سوف تتضرر عدة أنشطة اقتصادية وغيرها كالصناعات ووسائل النقل، وتختل حياة الانسان بغياب مجموعة من الموادّ كالمحروقات والانسجة التركيبية ومبيدات الحشرات والموادّ البلاستيكية والعديد من الأدوية. والى غاية الحرب العالمية الثانية، كان الفحم الحجري يمثّل أهمّ مصدر للطاقة، وقد بدأ استهلاكه يتضاءل تدريجيا مع تزايد استغلال البترول واستهلاكه. ويرجع ذلك الى مايوفّره البترول من ايجابيات تميّزه عن باقي مصادر الطاقة الأخرى. إذ يمكن نقله بأقل التكاليف عبر أنابيب النفط والبواخر الى مسافات بعيدة عبر أقطار العالم. وقد ساعد على انشاء الصناعات المختلفة في المناطق الغنية بالمعادن والمواد الخام. أما التنقيب عنه فقد تطوّر بشكل ملحوظ حيث يقوم على تجهيزات وآليات جدّ متخصصة بإشراف تقنيين وعلماء أكفاء. وهو فضلا عن

أسفله : تقام ابحاث التجميع النفطي الاحديدابي في البرّ (أ) وفي عرض البحر (ب) اعتمادا على الاستكشافات الزلزالية . ويقوم هذا المنهج على سرعة انتشار الموجات الصوتية في مختلف أنواع الصخور . ويتم اللجوء الى شحنة من المتفجرات توضع في ثقب صخري لكي تحدث انفجارا يجعل موجات صدمته تنعكس على مختلف طبقات التربة في اتجاه سطح الارض أو البحر . وانطلاقا من نتائج هذه التجربة يمكن استقاء معلومات مهمة حول طبيعة طبقات التربة ومركباتها كما يمكن ضبط الظروف الملائمة لتراكم النفط بها .

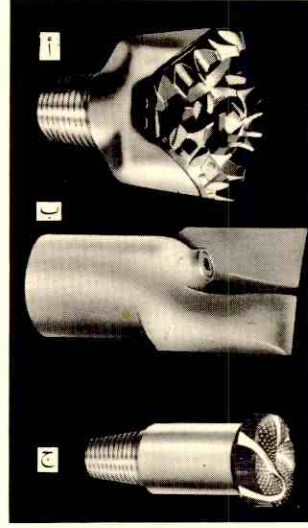


خلال ملايين السنين ، امتزج العلق المجهري المتلاشي في منحدرات قعر البحر بالموادّ الحتاتية البرية وخاصة منها رمل الشواطىء ليتكوّن من ذلك الخليط وحل عضوي يتمثل في الصخرة الأم النفطية التي تضمّ في ثناياها ماء البحر والنفط والغاز .

كيف يتكوّن النفط ؟ : 1 . سقوط العلق الميت في القعر (أ) وترسب الأنقاض والحتات (ب) . 2 . تنقّل النفط (ج) المتكوّن من الطبقة الصخرية الأم (د) إلى طبقة مسامية تعرف بالصخرة الخزّان أو الطبقة الجيولوجية (هـ) . بعد تراجع البحر بفعل الارتفاع والضغوط الجانبية ، يبدأ تعرج الطبقات الارضية 3 . يستمر انثناء الطبقات التي تتخللها انقصافات . ويتجمّع النفط في الطبقة الجيولوجية التي تكون في الغالب ذات طبقات مرملة وخاصة على ظهر الثنايا الصخرية الاحديدابية توجد فوقها طبقة كتيمة . وأثناء التنقيب يتم البحث عن هذه التراكمات النفطية .

ب أ
1
هـ
ج د
2
3

ماهي انواع المحروقات ؟



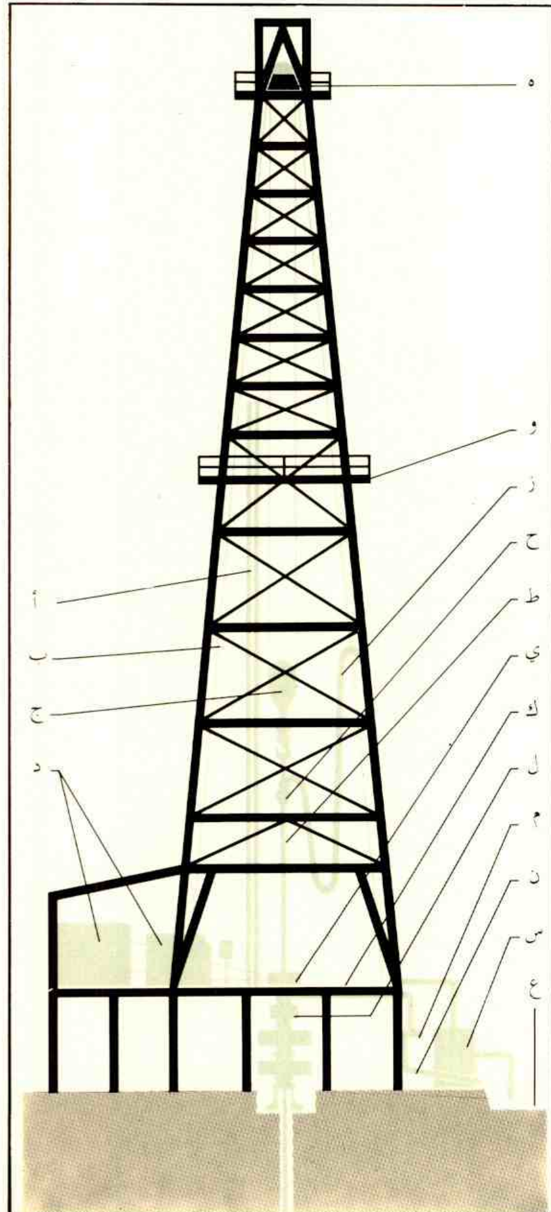
ذلك قابل بعد تكريره للاستعمالات المختلفة وبالخصوص منها ما يتعلق بالصناعات الكيماويّة.

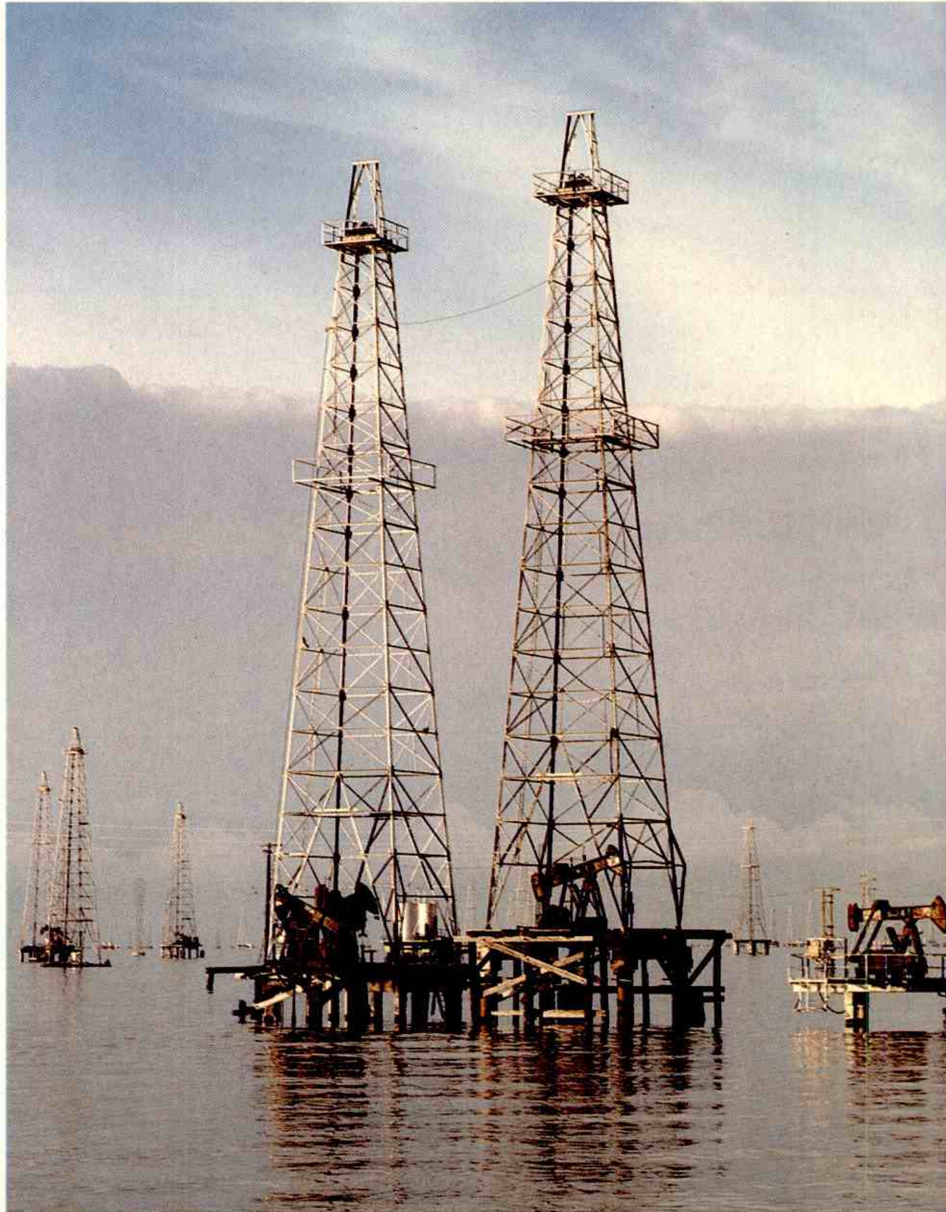
أما فيما يخصّ مصدر النفط، فالنظرية السائدة حاليا ترجعه الى **تكوُّن عُضوي**. فقبل حوالي 300 أو350 ألف مليون سنة، كان كوكبنا ذا مظهر مخالف تماما لما هو عليه حاليا؛ إذ كانت تكثر به مستنقعات وبحيرات وسبائخ قليلة العمق، وكانت جميع الأراضي على نفس المستوى بالنسبة للبحر. وعلى ضفاف هذه الامتدادات المائية كانت تنبت غابات شاسعة من المخلّدات وبساط كثيف من السرخسيّات والنباتات العارشة. وعند موت هذه النباتات، كانت تسقط في الماء الى جانب بقايا العديد من الحيوانات المائية، وكل ذلك ينتهي الى الترسب في القعر. ومع مرور ملايين السنين، وبفعل الحرارة والضغوط القوية التي كانت تتعرض لها الصخور، فقد تحولت تلك الترسّبات الى مركّبات عضوية مكوّنة من الهيدروجين والكربون، أي **الهيدروكربور** الذي تتكوّن مناجمه من النفط وحده أو من الغاز الطبيعي فقط. وفي أغلب الحالات يتواجد السائلان في نفس المنجم حيث

---

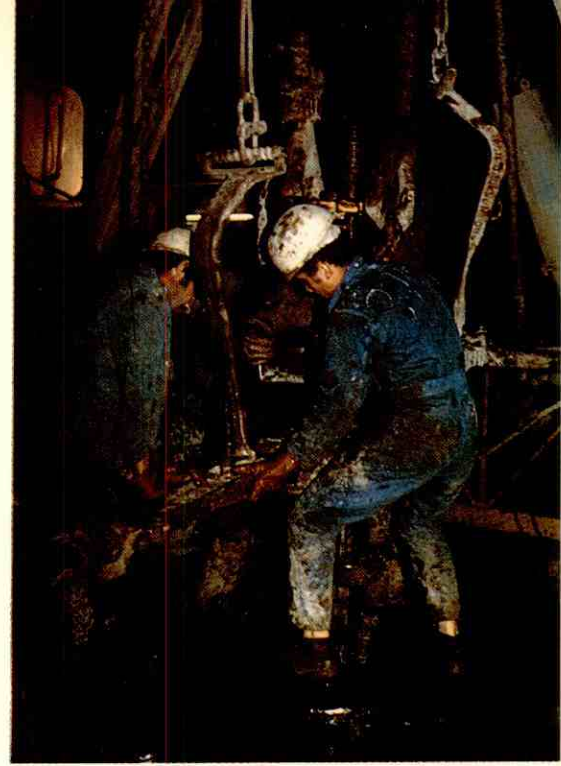
28 – **على الهامش** : ثلاثة أنواع من المثاقب المستعملة في التنقيب عن النفط : أ . مثقب الصخور للتشكلات الصلبة ؛ ب . مثقب بذيل السمكة للتشكلات اللّينة ج . مثقب مزوّد بمئات الماسات الصناعية

في الصورة : دريْك التنقيب : أ . أنابيب تنقيب دوّارة ؛ ب . كبل ؛ ج . بكرة وعُقافة ؛ و . عبّارة ؛ ز . أنبوب التنظيف ؛ ح . ساق الجذب . ط . سرير دوّار ؛ ي . أرضية التنقيب ؛ ك . سدّادات الأمان ؛ ل . غربال اهتزازي ؛ م . قناة تفريغ مياه التنظيف ؛ ن . مضخة التنظيف ؛ س . حوض التنظيف .





كيف يستخرج النفط ؟



أعلاه : عامل في محطة منهمك في تعديل صمام لضبط قدف النفط .

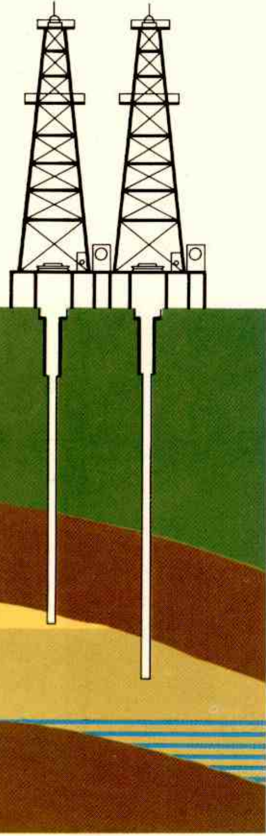
يكون الغاز الطبيعي في الجزء الأعلى منه والنفط في الجزء الأوسط والماء المالح في الجزء الأسفل، وقد يكون هذا الماء صادرا عن نفس الأجسام التي اشتقت منها الهيدروكربورات.

ويتطلب البحث عن مناجم الهيدروكربورات القيام بسلسلة من الدراسات المتعلقه ببنية طبقات التربة وما بباطنها من مناجم وأهميتها وسعتها. وفي هذا المجال، توجد عدّة مناهج وأساليب نذكر بعضها فيما يلي:

– **المنهج الاراضي الزلزالي**: ويعتمد على اختلاف انتشار الموجات حسب طبيعة الطبقات الصخرية المخترقة. إذ تقام ثقوب في التربة وتوضع فيها شحنات الديناميت أو التوليت يتمّ تفجيرها لتحدث اهتزازات وموجات. وبتحليل كيفية انتشار هذه الموجات، يمكن قياس بنية الصخور الباطنية وتركيبها وعمقها ومدى تواجد احديدابيّ قد يكون تحته منجم هيدروكربور. ويعدّ هذا الاسلوب ناجحا لاستكشاف المناطق البترولية وهو يعتمد على أجهزة خاصة تلتقط وتسجّل الموجات الأرضية.

– **المنهج المغناطيسي الارضي**: وهو يدرس تغيرات الحقل المغناطيسي الأرضي بسبب تواجد موادّ من شأنها خلق اضطراب في الحقل المغناطيسي ذاته. وبفضل هذا الأسلوب، أمكن تحديد مكان العديد من مناجم الحديد والأورانيوم في كيبيك. ومن الأجهزة المستعملة في هذا المجال، مقياس التغيّرات ومقياس المغناطيسية أو المغنيطومتر. وقد استعملت هذه الاجهزة خلال الحرب العالمية الثانية لرصد الغواصات.

– **منهج قياس الجاذبية**: ويعتمد لقياس التغيرات التي تطرأ على حقل الجاذبية الأرضية بفعل كثافة الصخور المختلفة. ومن خلال المعطيات المحصّل عليها، واعتبارا لاختلاف القيم في خطوط العرض المتنوعة ومستوى بحر مختلف، يمكن تحديد ما إذا كان هناك منجم معدني في منطقة معيّنة. وبعد التحقق من وجود منجم نفطي، يتم القيام باجراءات التنقيب والاستخراج التي تتطلب تقنيات جد متخصصة وآليات متطورة. وفي بعض الحالات يكون المنجم قليل العمق، ممّا يجعل النفط ينبجس تلقائيا من شقوق القشرة الأرضية مدفوعا بالغازات التي يحتوي عليها، ولكن ذلك قلّما يحدث، إذ في أغلب الحالات يكون النفط متواجدا في اعمق الطبقات الأرضية وتكون الصخور التي توجد فوق المنجم صلدة لا تتخللها شقوق. ولذلك فلا بد دائما من الاستعداد لنقب الطبقات الصخرية لتمكين النفط من الصعود الى السّطح، وتعرف هذه العملية **بالتنقيب** عن النفط والتي تمكن من جلب البترول من عمق ثلاثة أو أربعة آلاف متر تحت سطح الأرض. ففي البداية يتم حفر بئر قطرها ما بين 60 و70سم وعمقها 30م، ثم تغلّف جدرانها بأنبوب





جانبه : منشأة نفطية في عرض البحر ، وهي مقامة على جسور عائمة .

في الهامش : الغاز الطبيعي (بالأصفر) موجود فوق الطبقات النفطية الواقعة بدورها فوق الطبقات المائية (بالأزرق) . وذلك في متحدّب . ويتواجد كل من النفط والغاز الطبيعي ضمن الحُتّ النفيذ ، حيث يتعرضان لضغط مرتفع . ولا يمكنهما الخروج من هناك بسبب وجود الطبقات العلوية ؛ فإذا أصاب مسبار التنقيب الطبقات البترولية يتدفق كل من النفط والغاز الطبيعي بشدة وعنف .

كيف يعالج النفط ؟

لماذا يحتاج النفط الى تكرير ؟

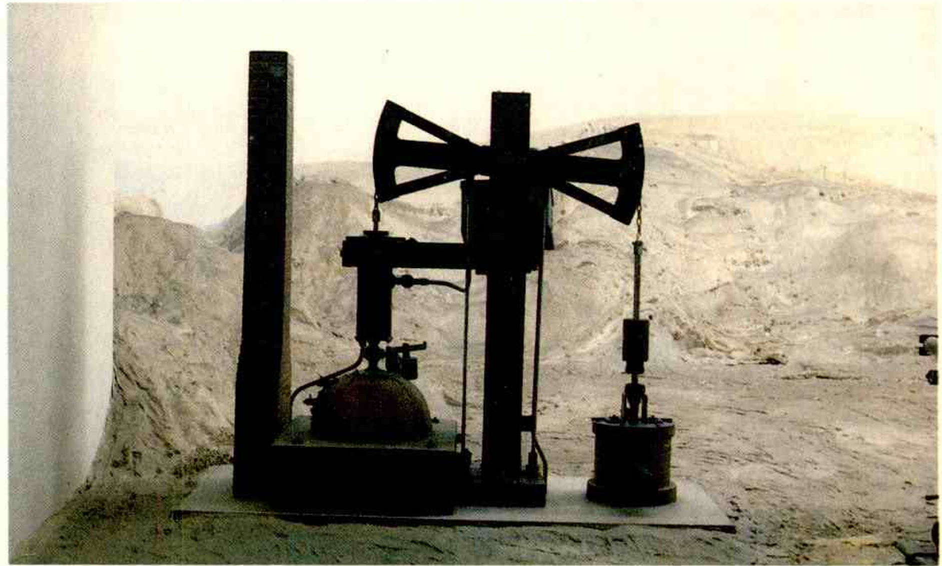
فولاذي لتفادي انهيار التربة، وبعد ذلك تقام أبراج من الفولاذ والخشب أو **الدّرائك** لدعم **الثقابات** الطويلة التي تنقب التربة عبر البئر. وعند قاعدة الابراج، يوضع **سرير الدوران** الذي تقام عليه أعمدة فولاذية تمثل الثقابة التي تنتهي عند طرفها الاسفل بمثقب من الفولاذ والماس ينفذ في الصخور لحفرها بفعل الدوران القويّ، وبداخل قضيب التنقيب يدرج وحل البريوم تحت الضغط لتسهيل نفاذ المثقب في الصخر وتبريده باستمرار وكذلك للتخلص من شظايا الحفر التي يخرجها عند صعوده الى السطح، ومع تزايد عمق الحفرة تُغلّف جدرانها تدريجيا بأنابيب الفولاذ لتفادي انهيارات التربة أثناء الحفر المتواصل، وتستمر العملية على هذا النحو الى أن يتمّ الوصول الى منجم النفط. ويكون النّفط أحيانا مسبوقا بانبجاس عنيف من الغاز قبل أن يصعد الى السطح من خلال الأنابيب التي يوضع على قمتها **صليب الثوران** وهو تجهيز خاصّ بضبط الانبجاس، وبفضل خاصية الثوران التلقائي للنفط عبر الآبار يمكن كذلك التنقيب في اعماق البحار لاستخراج البترول. وفي هذا المجال، تقام مسابير نفطيّة على مساطح خاصة، تستعمل لحفر آبار من بعض مئات الأمتار تحت القعر البحري. وهناك بعض البحار التي اثبتت الدراسات والتنقيبات عن احتوائها للهيدروكربورات، ومنها بحر الشمال الذي يعد حاليا أكبر منطقة نفطية في العالم.

الصورة 1 : آلة تنقيب عتيقة

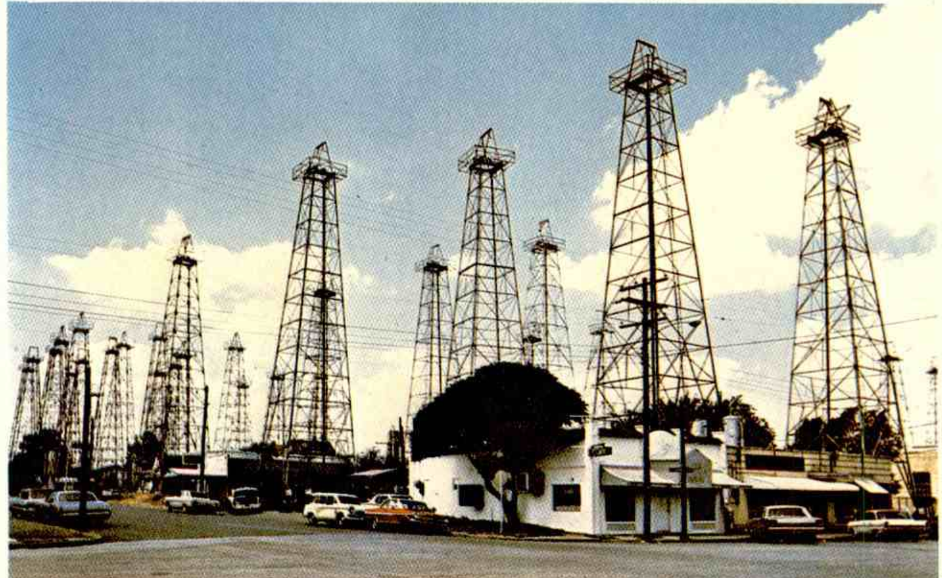
الصورة 2 : منشأة بترولية بتيكساس في الولايات المتحدة الامريكية .

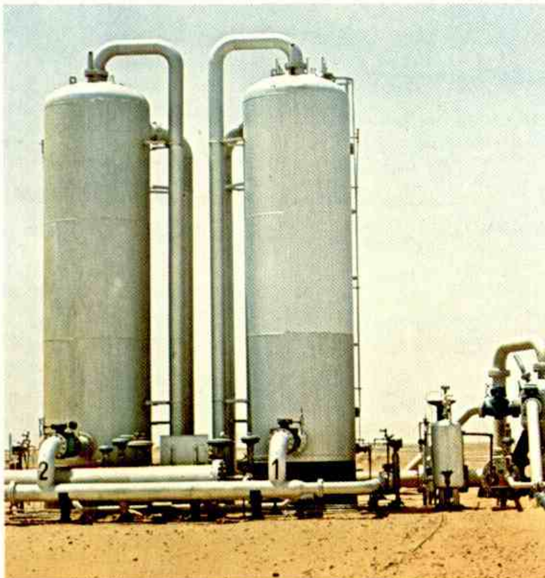
الصورة 3 : درّيك مقام على جسور عائمة ، مجهّز للتنقيب عن النفط في عرض البحر :

الصورة 4 : في منطقة إيدجلي أقامت شركات بترولية كبرى محطات تجميع حول مناجم النفط في الجنوب الصحراوي .









معالجة النفط

بعد استخراج النفط الخام، يتم تجميعه في خزانات فولاذية ضخمة حيث يخلّص من كل التلوّثات التي تشوبه والتي تنتهي الى الترسب في قاع الخزان وهو ما يعرف **بالترسيب**. ومن هذه الخزانات ينقل البترول الى محطات المعالجة والتكرير عبر الأنابيب والبواخر الصهريجية الضخمة.

وأنابيب النفط عبارة عن أنابيب من الفولاذ يبلغ قطرها بضعة عشرات السنتيمترات وتوضع على شكل خطوط على سطح الأرض أو على عمق متر أو مترين منه أو تحت مستوى البحر. وفي الحالة الأخيرة تتم وقايتها من التآكل بموادّ زفتية أو بالصوف أو الزجاج.

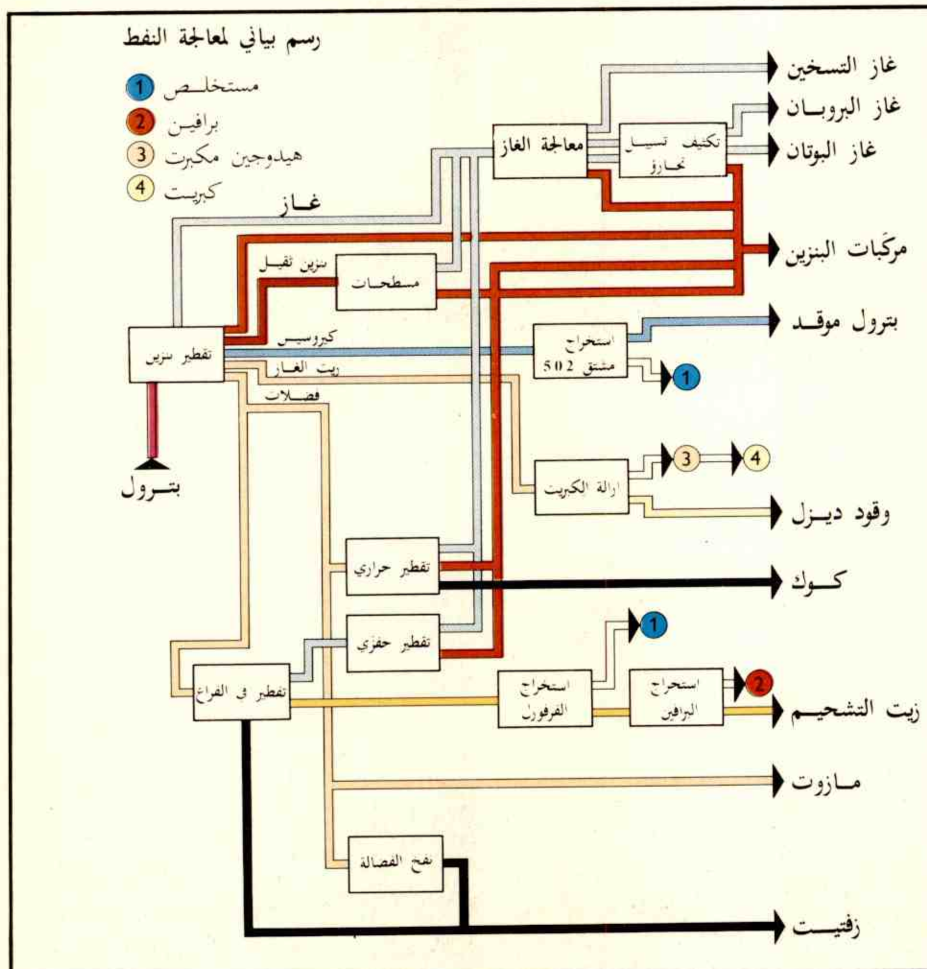
وفي محطة التكرير، يخضع النفط الخام الى عملية التقطير التي توزعه الى مركبات مختلفة. وقد سبق أن رأينا أن البترول خليط من المركّبات العضوية المكوّنة أساسا من الكربون والهيدروجين. وتختلف هذه المركّبات من حيث درجة غليانها ولذلك فبتغيير درجات الحرارة، يمكن فصل مختلف مركبات البترول بعضها عن بعض. ويوضع النفط الخام في دست ضخم حيث يسخّن الى درجة التبخر التامّ. وتنتقل البخارات من الدست الى **برج فصل السوائل** حيث تنخفض درجة الحرارة مع تصاعد البخارات. ومن السوائل التي تنفصل في مرحلة أولى المركبات ذات أعلى درجة غليان وبعد ذلك تتلوها تدريجيا مركبات أخرى ذات درجة غليان أقل وهكذا دواليك الى غاية المركبات ذات أدنى درجة غليان إذ تكون آخر العناصر صعودا إلى قمة البرج. ويعرف هذا الاسلوب بالتقطير الفاصل للسوائل. وتسمى المركبات المعزولة بالأجزاء ويتم التقاطها بواسطة أنابيب موضوعة على مستويات مختلفة داخل البرج حيث تناسب مختلف درجات الحرارة، ثم تنقل إلى أبراج أخرى لتكريرها ومعالجتها من جديد.

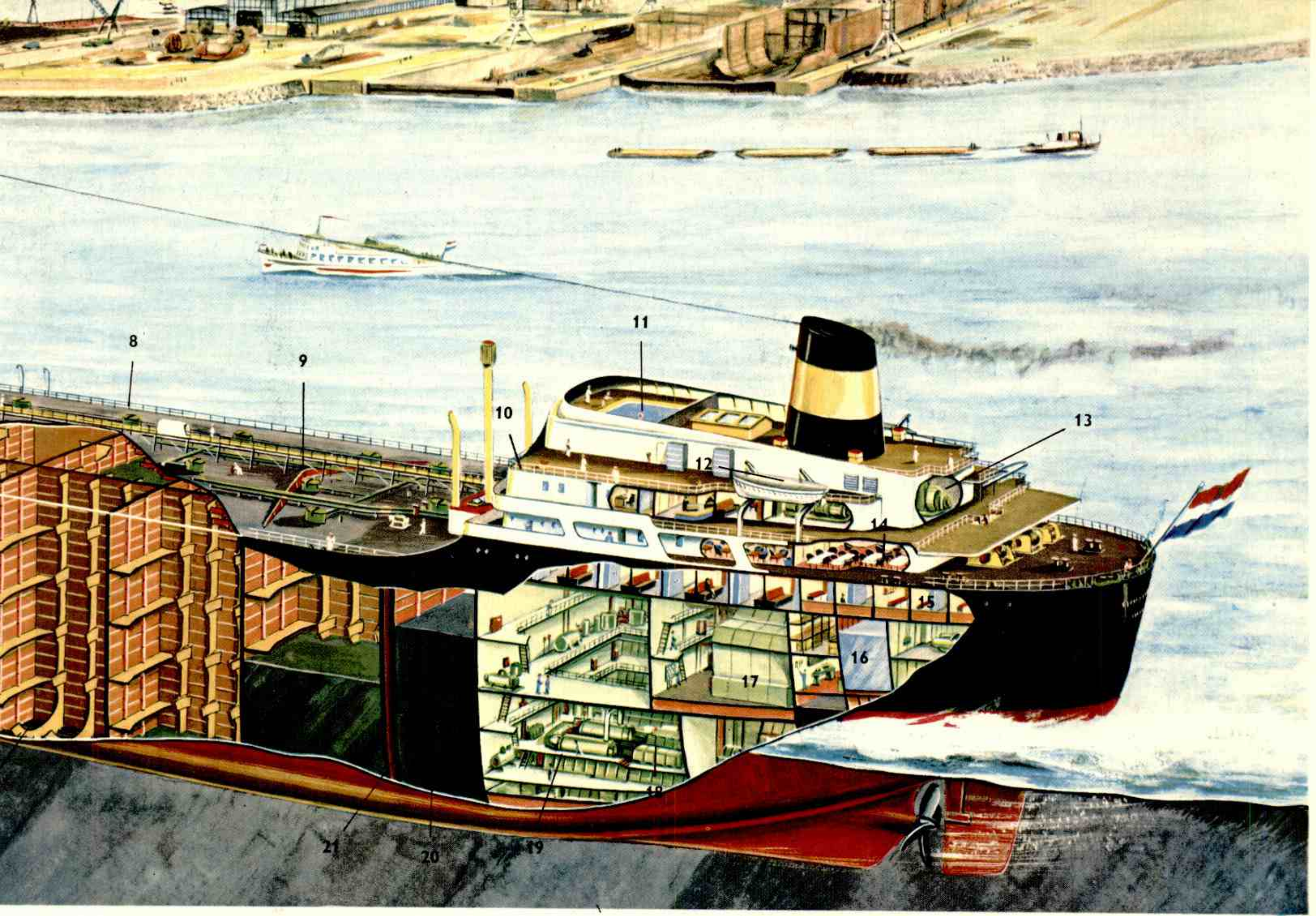
وبعملية التقطير يتم فصل الغازات كالميتان والاثين والبروبان ثم أربعة أجزاء اساسية وهي **الزيوت الخفيفة** (كالبارافين والبنزين الخفيف والعادي وهيدروكربور البطم) **والزيوت المتوسطة** (وهي نفط الاشتعال ونفط محركات الديزل) ثم **الزيوت الثقلية** (كزيوت التشحيم والبرافين والفازلين) واخيرا **المازوت** وهي الفضالة المتبقية بعد التكرير والتصفية.

وتتفاوت نسبة الأجزاء حسب تركيب مختلف أنواع النفط: فالزيوت الخفيفة مهما كانت نسبتها فهي دون الايفاء بمتطلبات العالم المعاصر، ولذلك يتمّ اللجوء إلى تجزيىء ذرات الهيدروكربورات الثقيلة لمضاعفة كمياتها. وتعرف هذه العملية **بالتقطير الهدّام** ويتمثل في تسخين البترول على حرارة تفوق 300 درجة مئويه لاثارة انشطار الجزيئات الثقيلة الى جزيئات خفيفة وذلك مايسمى بالتقطير الهدّام الحراري. ويتم الحصول كذلك على مثل هذه النتيجة باستعمال موادّ خاصّة تثير التفاعل الكيماويّ دون أن يلحق بها وهو مايعرف بالتقطير الهدّام بالحفْز. أما البنزين والزيوت الخفيفة المحصل عليها فهي **بطبيعة الحال لا تستعمل مباشرة بل بعد أن تخضع لتكرير الكيماوي والفيزيائي لتخليصها من التلوثات التي قد تعوق عمل المحركات التي توضع فيها.**



منظر عام لمحطة لتكرير النفط : أ احواض الخزن ؛ ب . أجهزة حفّازة للتقطير (ويظهر في الواجهة الأمامية الفرن ومكان المضخات) ؛ ج . عمود التقطير ؛ د . أحواض عمودية لخزن لموادّ الكيماوية ؛ هـ . برج تبريد الماء ؛ و . احواض لخزن الغازات .





رسم بياني لناقلة نفط : 1 . ملفاف الرفع . 2 . مدخل غرفة المضخات . 3 . طبقة عليا . 4 . صاري فولاذي للرادار . 5 . غرف الضباط . 6 . غرفة تمريض . 7 . توزيع المجاري . 8 . غطاء الخزان . 9 . مجاري ماء الجسر . 10 . غرف الآليين . 11 . مسبح . 12 . زورق إنقاذ (43 شخص) . 13 تجهيزات معالجة الهواء . 14 . و15 . قاعة الأكل وغرفة الاستراحة والترفيه ومأوى الطاقم . 16 . خزان الماء الشروب . 17 . مراحل . 18 . مخفّض . 19 . تربينة . 20 . خزان مازوت زيت الوقود . 21 . حاجز مسيك (خلفي) . 22 . خزان الشحن (فارغ) . 23 . خزان الشحن (ممتلىء) . 24 . حاجز مسيك (أمامي) . 25 . خزان المؤن .

1 . في أغلب الأحيان لا تتوفّر المناطق النفطية على ميناء ، ولذلك فشركات البترول تقوم بتوفير التجهيزات الضرورية لجرّ النفط الى عرض البحر حيث تشحنه ناقلات النفط دون حاجة الى تشييد ميناء . ويتعلق الأمر بأبراج تقام على بعد ثلاث كيلمترات من الشاطىء ، وهي متصلة بخزانات النفط بواسطة أنابيب تحمائية يبلغ قطرها مترا واحدا . ويتم ربط البرج بالباخرة بواسطة قناة طافية على زوارق تجسير . وفي حالة العواصف والتيارات البحرية ، يمكن للباخرة أن تتنقل حول البرج دون توقيف الشحن .

2 . إن ناقلات النفط لا تشحن كباقي البواخر الأخرى انطلاقا من البر ، بل تنقل حمولتها من الميناء الى خزاناتها بواسطة تجهيزاتها الخاصة بالضخ .

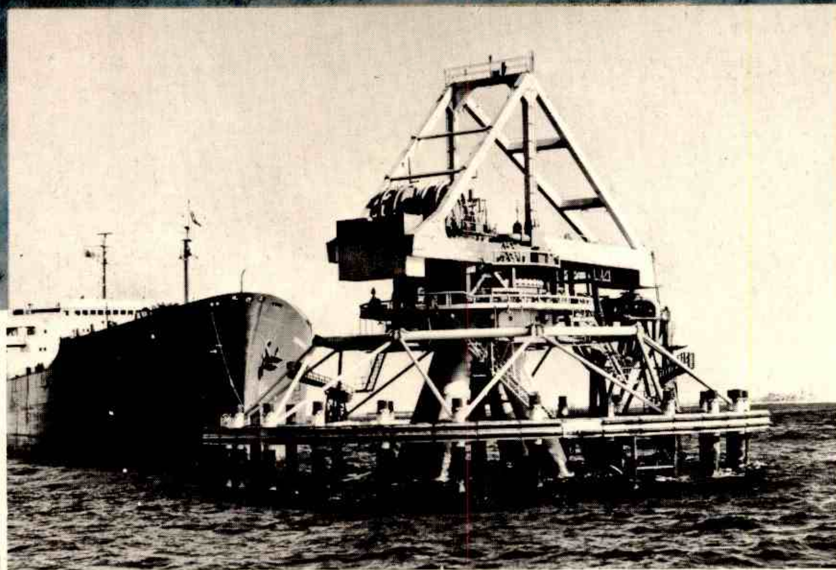
3 . جسر ناقلة نفط تبلغ حمولتها 300.000 طنا .

الشركات النفطية

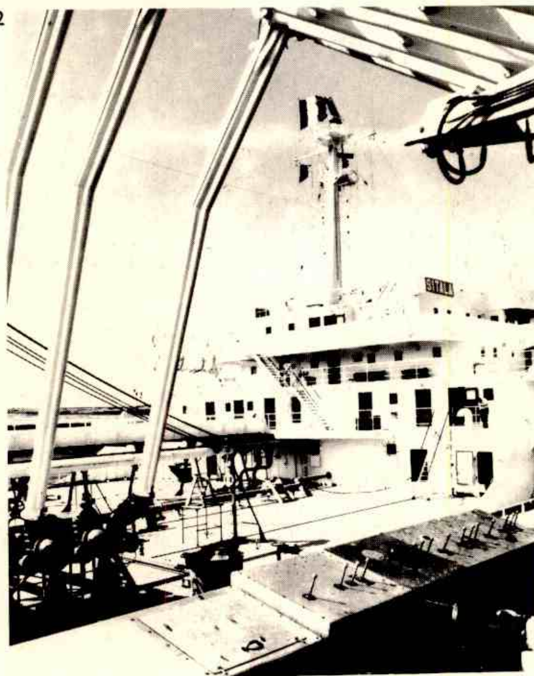
تنتظم شركات النفط العمليات على شكل مجموعات تجارية متكتلة تفرض رقابتها على السوق العالمية لهذا المنتوج وتضبط مقاييس استغلاله وتسويقه . ومن المعلوم أن النفط لا ينتسب الى البلدان التي توجد بها مناجمه بقدرما يحمل جنسية الشركة المستغلة . ومن بين كبريات الشركات النفطية نذكر أقدمها وهي «ستاندار أويل» التي أسست سنة 1867 على يد روكفيلير ، وتتألف من خمس شركات أميركية : «إيسو» و «تيكساكو» و «غولف أويل» و «ستاندار أويل» ومن شركات أوروبية ومنها «بريتيش بيتروليوم» البريطانية و «روايال دوتش شيل» الانجليزية الأمريكية و «طوطال» الفرنسية . وهناك شركات أميركية مستقلة ومنها «سينكلير» و «فيلبس» و «ماراتون» و «كونتينوتال» و «أطلنتيك» وغيرها كثير . وإلى جانب هذه الشركات المنتجة توجد شركات مستوردة ومنها «إيراب» (E.R.A.P) و سنبا» (S.N.P.A) و «إيني» (E.N.I) الايطالية وشركات المانية واسبانية ويابانية وبعض شركات البلدان المنتجة كشركة «نيوك» (N.I.O.C) الايرانية و «إيتوك» (I.N.O.C) العراقية و «ليبيتك» (Lipetco) الليبية و «سوناتراش» (Sonatrach) الجزائرية .

وقد شهدت العقود الأخيرة سياسات نفطية لدى البلدان المنتجة للمشاركة في استغلال نفطها عن طريق تأميم شركاتها كما هو الشأن بالنسبة للجزائر وليبيا وبوليفيا وغيرها ، أو عن طريق التفاوض مع الشركات المستغلة كما هو الحال بالنسبة لكل من ايران والعراق .

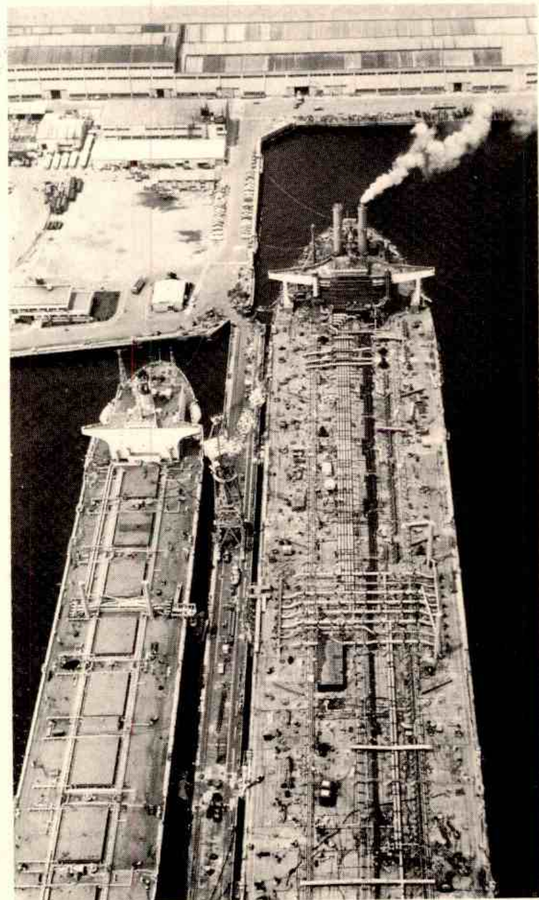
1



2



3



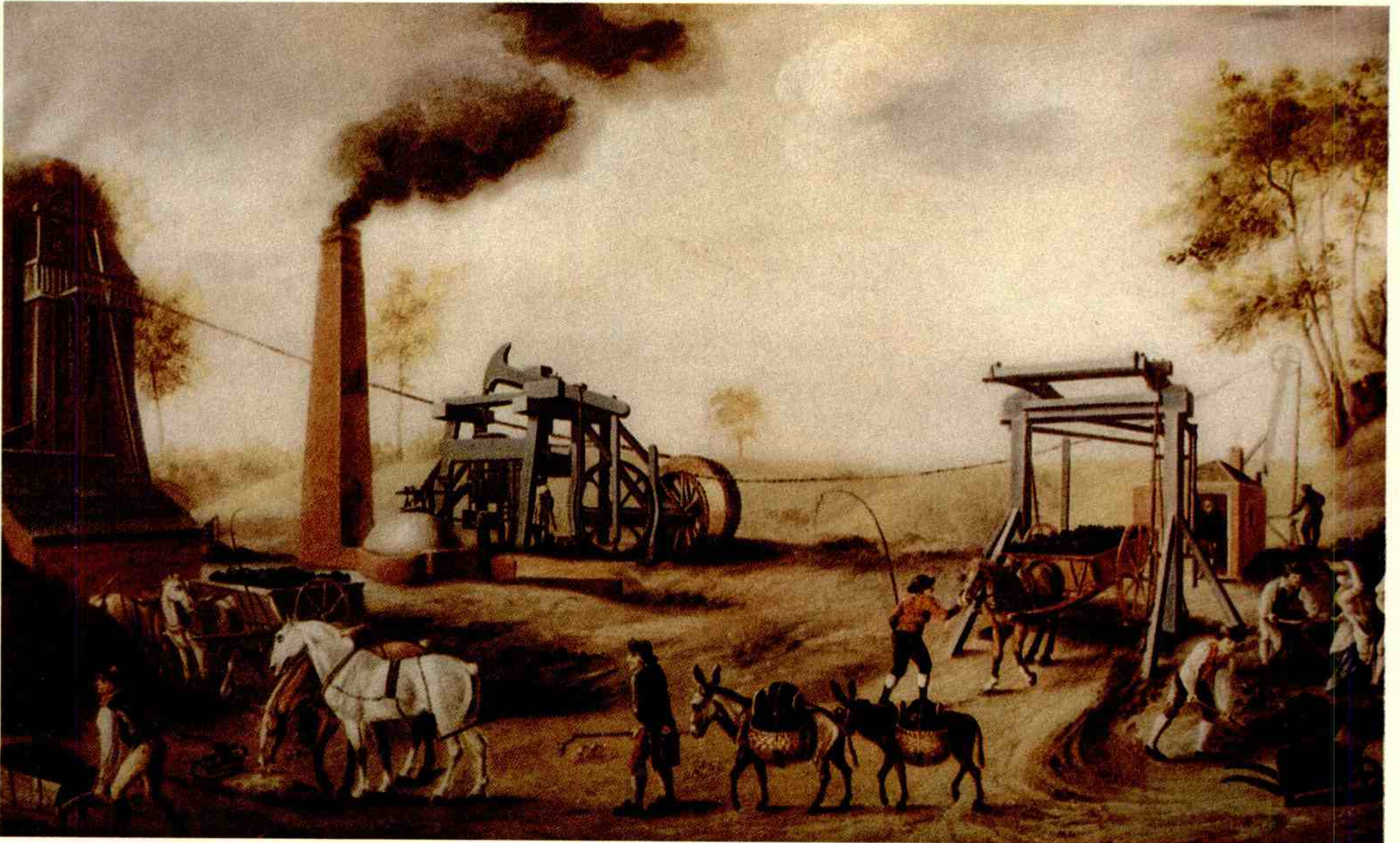
الفحم

كيف يتكوّن الفحم ؟

إن الفحم على غرار النفط مركّب عضويّ تكوّن قبل ملايين السنين عندما كانت مساحات جدّ شاسعة من الأراضي مغطاة بالنبات الأرهم، ثم غمرتها مياه البحار فيما بعد. وقد ساهمت الأوحال والضغوط الممارسة على الصخور ثم انعدام الهواء في خلق تفاعلات كيماوية وفيزيائية هائلة حوّلت الأشجار الى فحم، أو بعبارة أدق، الى فحم طبيعي متحجّر. ومن الأدلة على ذلك أنه غالبا ماتوجد في قطع الفحم الحجريّ آثار جذور وأوراق الأشجار.

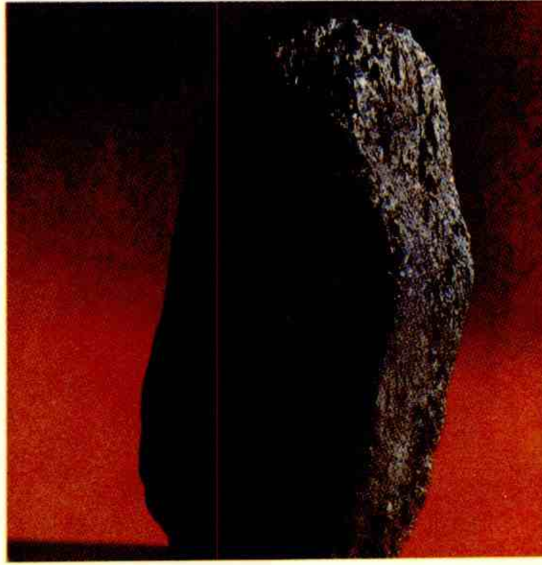
ومن الناحية الشكلية، يتميز الفحم بجسمه المساميّ الصلب ولونه المتراوح مابين الداكن والوردي، وهو مكون أساسا من الكربون الطبيعي الممزوج **بالهيدروجين** والأوكسيجين وبكميات قليلة من الكبريت والأزوت. وتوجد منه أنواع أو طبقات متنوعة تختلف حسب كمية الكربون الذي تحتوي عليه والمدة التي استغرقها تكوينها. ففحم **الأنتراسيت** يعدّ أقدم صنف، وهو يحتوي على أعلى نسبة من الكربون (95 %)؛ لونه أسود قاتم وينتج حرارة كثيرة رغم صعوبة احتراقه. أما **فحم الأنتراسيت الحجري** فيحتوي على نسبة كربون تتراوح ما بين 75 و90 بالمئة، وينقسم إلى عدة أنواع حسب المظهر والتركيب والاحتراق. وتحتوي اللينيت على 70 بالمئة من الكربون وتحترق نتيجة حرارة ضعيفة، ومناجمها أقل قدما من غيرها وقد نتجت عن تحول الخشب الى كربون دون أن يبلغ درجة قصوى من التطور. وحسب المظهر الذي

أسفله : منجم فحم في لوحة لفنان مجهول (متحف الفنون بليفربول – 1790) وتعد من أولى مناجم استخراج الفحم



ماهي أنواع الفحم ؟

تتخذه اللينيت فهي تحمل أسماء مختلفة: فهناك **الخثّية** التي تشبه التراب و**الزيلينيّة** ولونها أسود وتشبه الخشب الذي تنحدر منه، ثم **الزفتية** ولونها أسود وتشبه الأنتراسيت الحجري، ف**الحمرية** ولونها داكن وتتكون من مركبات زفتية. والخثية هي أصغر الانواع عمرا، ولا تحتوي سوى على نسبة 60 بالمئة من الكربون ولونها داكن أو أسود، وتشبه النباتات التي تتأصل منها، وحين تشتعل تعطي حرارة قليلة وكثيرا من الدّخان، وحسب طبيعة النباتات



أعلاه : الانتراسيت وهو أقدم فحم متحجر .

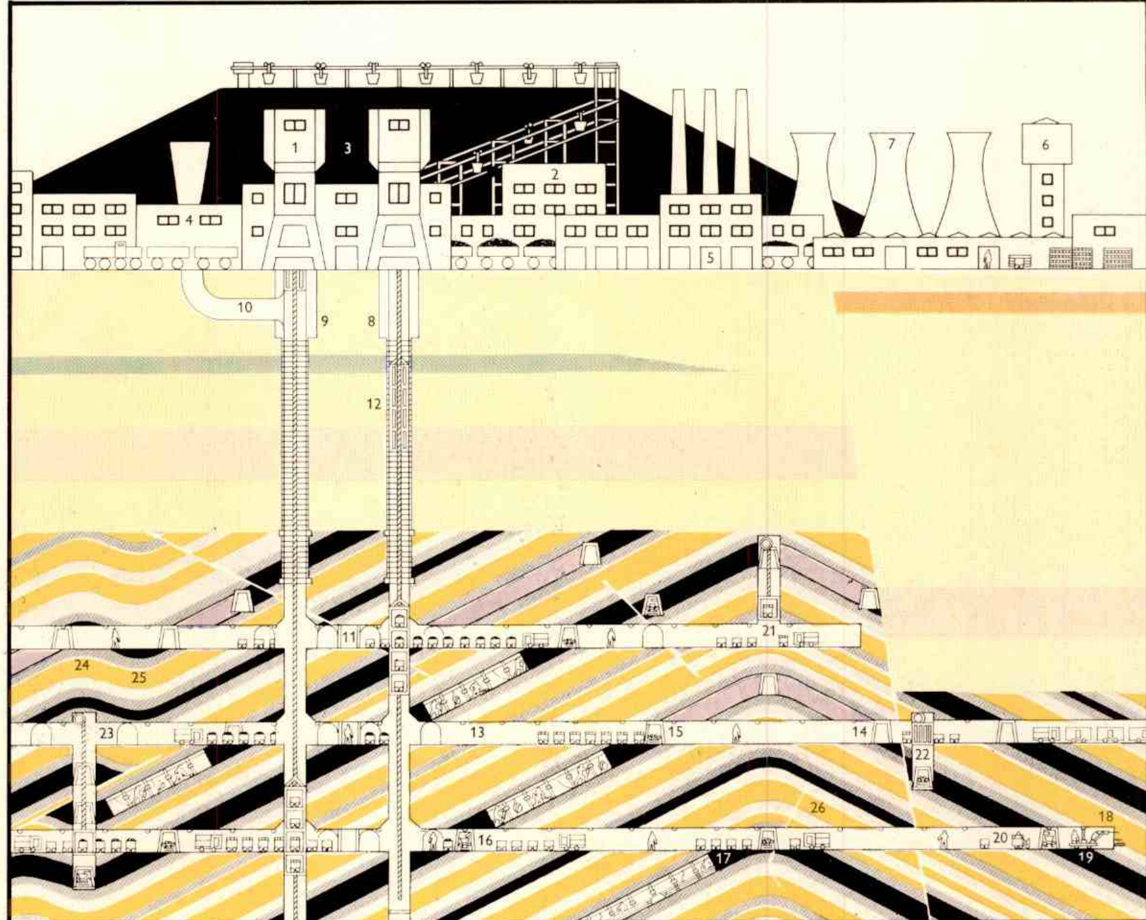
أسفل : رسم بياني لمنجم فحم : 1 سناد الاستخراج ؛ 2 . غسل وغربلة ؛ 3 . ركام الفسالة ؛ 4 . بناية التهوية ؛ 5 . بناية المراجيل ؛ 6 . خزّان ماء ؛ 7 . برج التبريد ؛ 8 . بئر الدخول ؛ 9 . بئر الخروج ؛ 10 قنوات التهوية ؛ 11 . مُنْخُل التهوية ؛ 12 . قفص المصعد ؛ 13 دهليز السقاطة ؛ 14 . دهليز ؛ 15 . بساط النقل ؛ 16 . نقطة الافراغ ؛ 17 . سكة القطع الآلي ؛ 18 . محطة للحجارة ؛ 19 . آلة للتنقيب ؛ 20 . محمّلة آلية ؛ 21 . مهويّة ؛ 22 . مهوى ؛ 23 . بئر وسيطة ؛ 24 . سرج ؛ 25 . حوض ؛ 26 . حدب

على الهامش : منجم لينيت بفالدارنو (إيطاليا) .

الأصلية وموقع المناجم، فالخثّية تصنف الى مستنقعية وليفية وبحرية ومرجية من جهة ثم الى جبلية وجرافية ونهرية من جهة ثانية.

والى جانب الفحم الطبيعي هناك أفحام **اصطناعية** يتم الحصول عليها بإخضاع موادّ عضوية الى درجات حرارية جدّ مرتفعة؛ ونذكر منها **الفحم الخشبي** الذي ينتج عن تسخين الخشب بعيدًا عن الهواء عند حرارة تبلغ 400 درجة مئوية، و**الفحم المقطّر** المحصل عليه بالتقطير





كيف تم الانتقال من الفحم إلى الغاز المنزلي ؟

الهدّام للهيدروكربورات؛ ثم **الفحم المنشط الحيواني** وهو نتاج تقطير عظام وبقايا الحيوانات المختلفة، **والفحم المنشط النباتي** الناتج عن نفحيم بقايا الخشب؛ ثم **سواد الدّخان** وهو فحم يكون على شكل غبار ينتج عن تحليل الهيدروكربورات الصلبة والسائلة والغازية؛ وهناك فحم **الكوك** وتختلف أنواعه حسب الموادّ والاسلوب المستعمل في استخلاصه، إذ ينقسم الى **كوك الغاز** المحصل عليه عند تحضير غاز الانارة **والكوك العداني** الناتج عن تفحم الليتانتراس، **وكوك اللينيت** الصادر عن تفحم بعض أنواع اللينيت، **وكوك البترول** المحصل عليه عند تقطير الزيوت المعدنية الخام أو الزفت، ثم **كوك التقطير الهدّام** الذي تتمخض عنه عمليات التقطير الهدام للنفط.

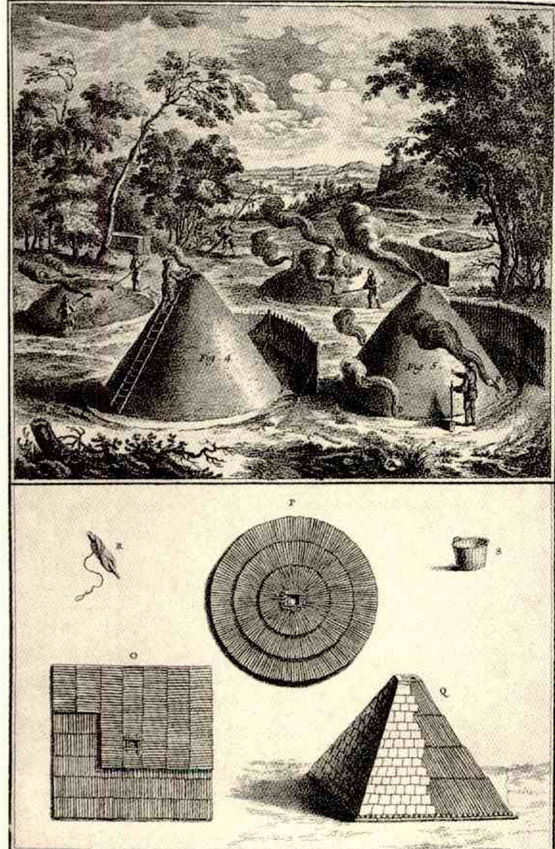
معالجة الفحم

إن احراق الفحم الطبيعي على نار ملتهبة هي الوسيلة الأقل اقتصادا لاستعماله، لان حرارته تتبدّد وكذلك الموادّ التي يحتوي عليها والتي تكون ذات أهمية قصوى في الصناعة الكيماوية. فمن مقدار طنّ من الفحم يمكن استخراج مابين 650 و700 كلغ من الكوك و50 أو 55 كلغ من الزفت و10 كلغ من بنزين الانارة و7 الى 8 كلغ من مختلف المواد الكيماوية.

وأبسط طريقة لمعالجة الفحم هي تسخينه عند حرارة مرتفعة في مأمن من الهواء، لاثارة انشطار جزيئات الفحم الحجري المعقدة، الى اجزاء أصغر وأبسط. ويمر الفحم من عدة مراحل بدءا من التنظيف والتقليص ثم الطحن والتخليط ليوضع بعد ذلك أفران التقطير المغلفة من الخارج بالفولاد ومن الداخل بمادة صوّانيّة قادرة على تحمل الحرارة المرتفعة. وهناك أنابيب ترتبط بالافران تستعمل لاستخراج الغاز عن طريق الاحتراق. وقبل التوزيع، ينتقل الغاز الى براميل صغيرة حيث يتخلص من الزفت بفعل التبريد، ومن البراميل الصغيرة ينتقل بعد ذلك الى **المكثّفات** وهي أساطين معدنية مبرّدة بالماء أو الهواء، حيث يتخلص ثانية من الزفت والمواد النشادريّة. وبعد هاتين المرحلتين الأوليتين، يخضع الغاز إلى سلسلة من عمليات التنظيف والتصفية لعزله عن موادّ أخرى مثل البنزين والهيدروجين المكبرت والسيانور وأوكسيد الكربون وغيرها. وبعد هذه الدورة، يجمع في خزانات الغاز ليوضع في حلقات التوزيع. ويعرف بغاز الاستضاءة لأنه كان قديما يستعمل لانارة الشوارع، أما اليوم فهو يستعمل بالخصوص لاغراض منزلية ويعرف بـ**الغاز المنزلي**.

ويعرف **الكوك** الناتج عن تسخين الفحم الطبيعي بـ**الكوك العداني**، ويتكون من الكربون الصافي نسبيا

جانبه : ركام فسالة الفحم الحجري بجانب آبار المناجم .





ماهي أهمية الفحم في الحياة اليومية ؟

(97%) ويعطي حرارة قوية، كما يستعمل أساسا في الأفران العالية لصناعة الفولاذ.

أما **الزفت** فهو سائل كثيف ولزج لونه داكن وهو خليط من حوالي 350 عنصرا بنزينيّا، يتم عزلها ثم يعاد تركيبها فيما بينها بكيفية ملائمة لانتاج عدة أنواع من المواد المركبة. وتمر معالجة الزفت من مرحلتين: أولاهما التقطير الذي يعطي مابين 4 و 5 أجزاء ثم معالجة الأجزاء المحصل عليها باخضاعها إلى عمليات فيزيائية وكيماويّة أو للتقطير الهدّام للحصول على مواد معينة حسب حاجيات الصناعات المختلفة. وتتسم هذه العمليات كلها بالصعوبة والتعقيد كما تتطلب المرور بعدة اجراءات كيماوية قبل أن تتمخض عن المنتوج المتوخى. وهكذا توجد عدة مشتقات زفتية تظهر بعضها احيانا دون أية علاقة تماثل مع هذه المادة السوداء العديمة الرائحة، ونذكر منها العطور التي تنتج عن صناعة متخصصة تعالج خلاصة الياسمين مع أسيتات البنزول، وخلاصة الورد مع كحول الفنيل، وخلاصة الطحالب مع الزيلين، وكلها مواد مشتقة من الزفت، وهناك عدة مواد مشتقة من الزفت تعتمد عليها صناعة الملونات ومبيدات الحشرات والادوية كالسولفاميد والأسبيرين والسكرين والمطهرات والمبنجات. ويفسر تنوع هذه المشتقات كلها بأصل كل من الفحم والبترول العضوي، أي تكونها من بقايا أجسام حيوانية ونباتية قبل ملايين السنين، وهذه المواد بالتالي عضوية وغنية بالكربون.

والكربون في الواقع هو أصل الحياة نفسها، وبتركيبه مع ذرات الاوكسيجين والهيدروجين والأزوت وهي عناصر موجودة في سائر الاجسام الحية، يعطي جزيئات ذات أشكال غير متناهية وبالتالي مركبات متفاوتة التعقيد. فالكربون (ك) والهيدروجين (هـ) والأوكسيجين (أو) بتركيبها في مقادير 65 هـ 12 أو 6 (C 6 H 12 O 6) تشكل جزيئة الغلوكوز؛ ومجموعة من جزيئات الغلوكوز المتحدة فيما بينها تشكل أميدون «أو»؛ وعند اتحادها بكيفية مختلفة تعطي جزيئة الخليوز التي تتكون منها جدران الخلايا. كما أن تركيب كل من الاوكسيجين والهيدروجين والكربون حسب نماذج مختلفة، ينتج مواد دهنية وعند إضافة الازوت يعطي موادّ أمينية حمضية وبروتينات.

وتدرس هذه الظواهر في إطار الكيمياء العضوية (أو كيمياء الكربون)، حيث يهتم بمختلف الأشكال والتركيبات اعتمادا على أساليب متنوعة كتشطير مركبات الفحم والنفط وتركيب المركبات بعضها مع بعض وذلك مامكن من انشاء بعض الصناعات الحديثة كصناعات المواد البلاستيكية والملونات والأدوية والمنظفات وغيرها.

أسفله : ركام ضخم من الفحم المعدّ للاستعمال الصناعي في كولورادو بالولايات المتحدة .



المناجم والمقالع

كيف تحدّد قيمة منجم للفحم ؟

ما الفرق بين منجم ومقلع ؟

إن المعادن من منتوجات الأرض سطحها وباطنها، وهي تشكل المواد الخامّ لأكبر الصناعات. ورغم انتشارها في سائر ارجاء الأرض، فتوزيعها لايتسم بالتناسق والتكافؤ بين المناطق، إذ هناك مناطق تنعدم فيها المعادن ومناطق زاخرة بشتى أنواعها.

ولا يتم استخراج المعادن دائما فور التأكّد من منجمها، لأن ذلك مرهون بمدى أهمية الكمية التي يختزنها المنجم من الناحية الاقتصادية وبقيمة المعدن ذاته. وهكذا فلابد قبل التنقيب من القيام بدراسات شاملة ومعمقة للتأكد بدقة من مساحة المنجم وكمية مايحتويه من المعادن وطبيعة هذه الأخيرة ومركباتها الكيماوية. ولكي تكون مردودية المعدن مهمة، يجب أن يتوفر المنتوج المرغوب فيه بنسبة عالية. ذلك أنه من غير المفيد تحمل تكاليف واتعاب استخراج معدن الحديد مثلا إذا كان لايتوفر في المنجم الا بنسبة 30 في المائة؛ في حين أن ذلك مربح لو أن الامر يتعلق بمعدن النحاس ولو أن النسبة لاتزيد أحيانا عن 1 في المائة. وللتحقّق من ذلك، يتم حفر ثقوب بواسطة ثقابات، ثم تستخرج منها عينات من المعدن وذلك مايسمى بالتعيينة. وتخضع هذه العينات الى فحوص وتحاليل في المختبرات لدراسة قيمة المعدن ونسبة خلوصه.

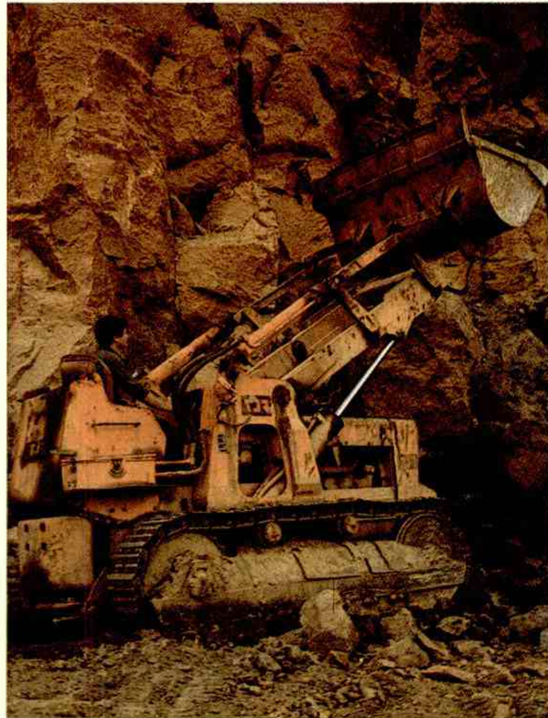
ويكون المعدن إما على عمق قليل أو على السطح ممّا يسهّل عمليات الاختبار والاستخراج. أما حين يكون المعدن في باطن الأرض فان العمليات تكتسي صعوبة قصوى وتتطلب معدّات خاصة لدراسة احوال المنجم واستخراج العينات منه لاختبارها.

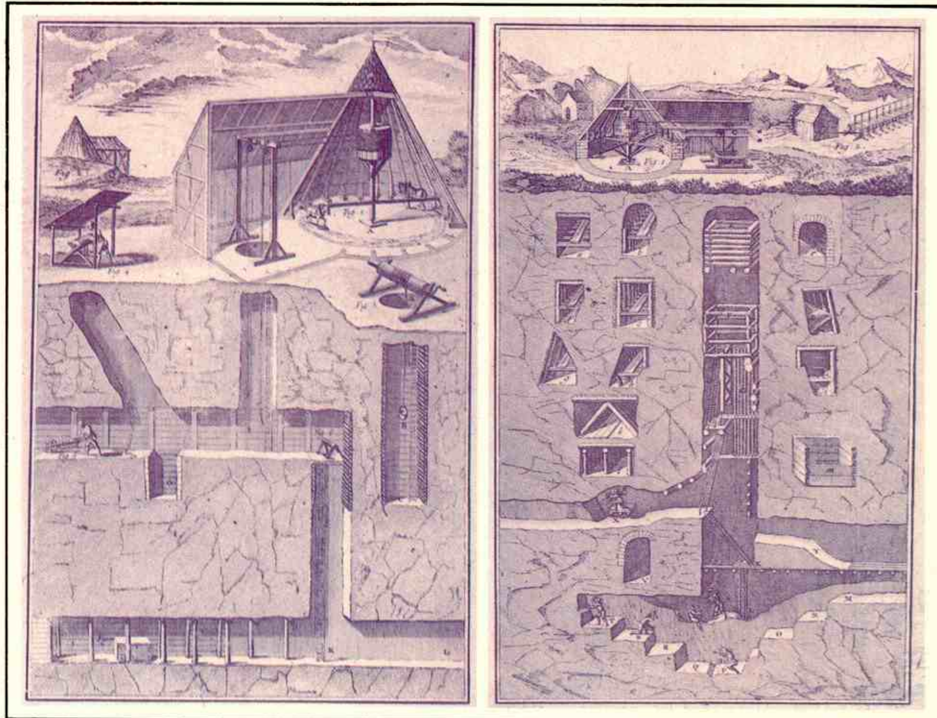
وتقام في المناجم مجموعة من التجهيزات الخاصة باستخراج المعادن. فاذا كان المنجم قليل العمق، ينطلق

الرسم 1 : نظام الهبوط والصعود في دهاليز المناجم ، ويجره حصانان موجودان على السطح . ويرجع هذا الاسلوب الى القرون الغابرة . والرسم مقتطف من موسوعة ديدرو ود الامبير (Diderot et D'Alambert) .

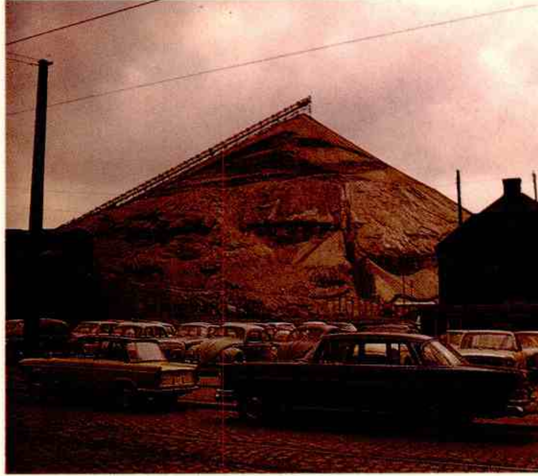
الرسم 2 : رسم آخر من نفس الموسوعة السالفة الذكر ، ويبين نظام حفر ودعم دهاليز المناجم حسب بنية تربتها .

أسفله : جرّار مجهّز بمجرفة آلية تستعمل في مقالع الحجارة .





ماهي اساليب استخراج المعادن من المقالع ؟





أعلاه : منشأة لاستخراج الحصى .

الحفر من السطح نهارا أو في العراء ويسمى بـ**المحجرة** أو **المقلع**، ويتعلق الامر بمنجم بدون دهاليز تحأرضية. أما حين يكون المعدن في الطبقات الأرضية الباطنية فتحفر آبار ودهاليز وهي المناجم العادية المعروفة. وفي المقالع تختلف أساليب استخراج المعادن حسب طبيعة المعدن والاستعمال الذي يراد منه. وللحفر العادي يلجأ عادة إلى قطع الكتل الصخرية عند سطح المقلع، وحين تكون الصخور صلدة كالغرانيت مثلا، تستعمل المتفجرات لتفتيتها. فعلى طول شقوف الصخور تقام ثقوب تدرج فيها أصابع المتفجرات التي حين تنفجر تفصل كتل الصخر إلى قطع قابلة للرفع والنقل. ولقطع الرخام والصلصال والحثّ وغيرها من أنواع الصخور المتوسطة الصلابة، يستعمل **الخيط اللولبي** المكون من خيوط فولاذية مجدولة على شكل حلزوني. ويقوم نظامه على حبل يدور على بكرة وهو متمدد بواسطة ثقل موازن، ويتم وضعه على الصخرة بسرعة 4 إلى 7م في الثانية ويقطعها إلى غاية عمق يصل احيانا بضعة عشرات الأمتار ولتسهيل عملية القطع وتبريد الحبل، يسكب على منطقة التماسّ ماء ممزوج بالرمل الصوّاني أو بحبيبات الفولاذ وذلك حسب صلابة الصخرة.

ونظرا للطلب المتزايد من قبل الصناعات التي تستعمل المعادن كمادة خام فان بعضها يستخرج بكميات وافرة عن طريق شحنات كبيرة من المتفجرات الموضوعة في ثقوب على سطح الصخور لتفتيتها. وتعد هذه الطريقة اقتصادية وسريعة وفعالة. وبالمقابل، فالتجهيزات الآلية الضخمة تخصص لاستخراج المعادن كالفحم والحثّ واللينيت والبوكسيت والحديد وغيرها من المعادن التي توجد مناجمها على مقربة من سطح الأرض. وهناك





أعلى : مقلع رخام في كارارا بايطاليا وهذا الرخام من النوع الممتاز والثمين .

أسفل : أضخم منجم للنحاس في العالم .

كيف تستخرج المعادن من المناجم ؟

حفارات ضخمة تقوم باقتلاع الطبقة السطحية للأرض والصخور للكشف عن المنجم. وبعد بروز عرق المعدن يتم عزله عن التربة بواسطة مطارق ثاقبة وجرافات آلية ومقطعات وغيرها من المعدات، وبعد ذلك يتم اقتلاعه.

ولاستغلال المناجم العميقة، تحفر آبار تنطلق منها دهاليز طويلة على مختلف المستويات والاتجاهات. وتزود الآبار برافعات خاصة بحمل ونقل المعادن والمواد المستخرجة من الدهاليز كما تنقل العمال والآلات إلى أوراش التنقيب.

وتختلف الدهاليز المنجمية من حيث شكلها وعرضها واتجاهاتها حسب طبيعة التربة وبنية المنجم الذي يكون ممتدا طولا أو عرضا وكذلك حسب حالة المعدن الذي يتخلل الصخور أو يوجد بين شقوقها. أما سقف الدهاليز الرئيسية فتكون في الغالب مغلفة بالأسمنت المسلح بينما يدعم سقف الدهاليز الثانوية بهياكل حديدية قابلة للتكيف مع مقاييس الدهاليز المختلفة. وعلى أرضية الدهاليز تقام سكك حديدية تسير عليها عربات ذات صناديق تشحن بالمعادن. كما تستعمل بساطات نقالة لتسهيل عملية الاستخراج إلى السطح عبر المسالك الوعرة والاتجاهات الملتوية. ومن الصعوبات التي تكتنف بنية هذه المناجم الباطنية تسرب الماء الذي يوجد أحيانا في الطبقات السفلى على شكل أحواض جوفية، ثم كميات الغبار المتصاعد أثناء التنقيب عن المعادن، والذي يكون مضرا بصحة العمال مع مرور الزمن، أما الخطر الأدهى فيتمثل في تسرب الغازات كالميتان والتي تتضمنها الجيوب الصخرية، إذ باتصالها بالهواء تشكل خليطا شديد الانفجار يعرف بـ**الغرير** ممّا يسبب في انهيار الدهاليز والقضاء على حياة العمال.

ولتفادي العوائق الأولى، تقام قنوات للتسييل مجهزة بآلات الضخ كما تجهز المناجم بآلات للتهوية للتخفيف من مضار الغبار المتصاعد. ويكون نظام التهوية من النوع **النافخ** أو النوع **الجاذب**. فالنوع الاول يستعمل فيه بئران تكون عند فوهة إحديهما مروحة قوية ترسل الهواء النقي إلى باطن المنجم، وبعد أن يدور هذا الهواء في مختلف الأرجاء يخرج ملوثا عبر قناة البئر الثانية. أما التهوية الجاذبة فتتمثل في امتصاص الهواء الملوث من المنجم بينما الهواء النقي يدخل من الآبار الأخرى. أما في المناجم الكبرى أو التي تتطلب تهوية مكثفة فتتطلب توزيع الهواء عبر العديد من القنوات والمنافذ الضرورية لابادة الغبار بسرعة وتجنب تراكم المواد الغازية.

جانبه : كلما تقدمت تقنيات التنقيب على المعادن كلما ظهرت حلول ناجحة وفعّالة للمشاكل المتعلقة باستغلال المناجم ، ومنها نقل المعادن الى السطح . ويظهر هنا بساط نقّال يقوم بعمل العديد من العمّال ، ويتيح بذلك استغلالا مكثفا لمدخرات المنجم .

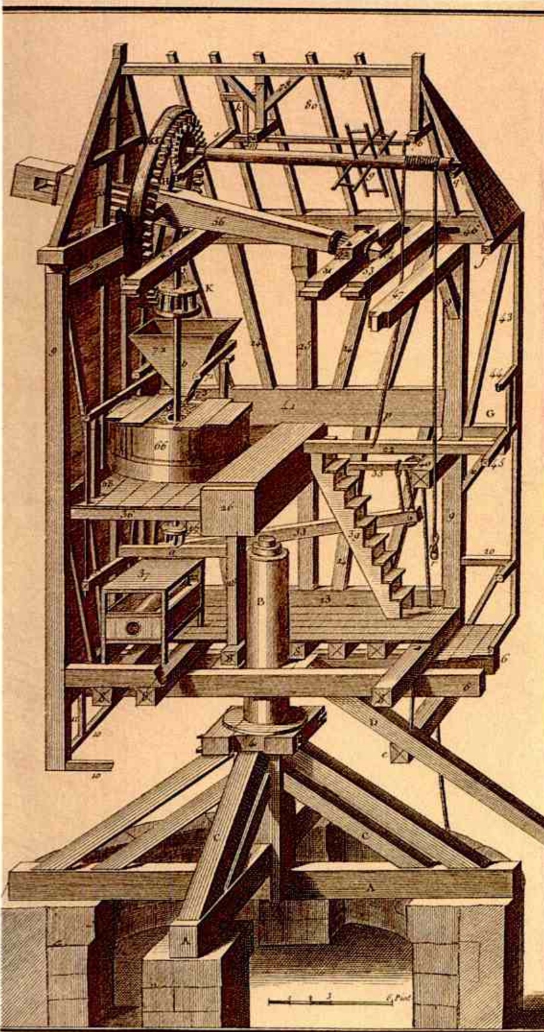



الطاقة وأشكالها

الطاقة الريحيّة

إن الطاقة الريحية أو الهوائية من الطاقات المتجددة لانها موجودة باستمرار على كوكبنا ولانها لاتتغير مع مرور الزمن ولا تتناقص. والرياح بطبيعتها مكونة من تنقل كتل الهواء الحار والبارد: فالكتل الحارة والمسخنة في نصف الكرة المعرض لأشعة الشمس تميل إلى التنقل نحو المناطق الغير المشععة خالقة بها تيارات متفاوتة الشدة. ومنذ القديم والانسان يحاول تفهم اتجاهات الرياح للتمكن من استغلال أحسن للطاقة الحركية التي تولدها. وهكذا فقد فهم الانسان القديم أن الأطواف الخشبية التي تطفو على صفحة مجاري الانهار وفوق أمواج البحار كانت ، مدفوعة بقوة الرياح التي يعترضها أي حاجز، ومن هناك تولدت فكرة الشراع المساعد على تسيير المراكب عبر العصور، **أي منذ عهد الفراعنة إلى عصرنا هذا. وما لبث** الانسان أن أدرك فيما بعد أن الطاقة التي تنتجها الريح

استغل الانسان منذ القديم الطاقة الريحية . فقد تجلت له قوة الرياح فبادر إلى استغلالها لعدة اغراض الى أن توصل الى استعمالها في تسيير المراكب الشراعية الأولى . وفيما بعد ، تبين أن الريح التي تحرك شفرات طاحونة قد توظف في استعمالات أخرى كضخ الماء وطحن القمح .
جانبه : إحدى أقدم منشآت استغلال الطاقة الريحيّة .
أسفله : بنية باطنية لطاحونة .





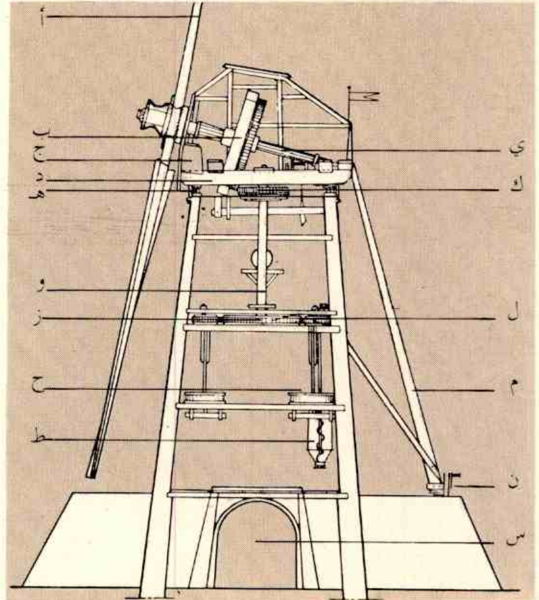
قادرة على تحريك آليات أكثر تعقيدا مما سيخفف من اعباء ومتاعب الانسان اليومية. وهكذا ظهرت فكرة الطواحين الهوائية التي يرجع عهدها إلى العصور القديمة وخاصة لدى الاغريق والرومان؛ وقد تطورت خلال القرن السابع قبل الميلاد.

تختلف الطواحين حسب اتجاهها وبنيتها واستعمالاتها . وتقاليد وأساليب صناعتها . **فطاحونة** ميكونوس (**أسفله**) تختلف بكثير من حيث شكلها عن طواحين أوروبا الشمالية (**الصورة جانبه**) .

الرسم : عناصر طاحونة قمح : أ . أجنحة ؛ ب . عجلة كبرى ؛ ج . وسادة ريحية ؛ د . منشار ؛ هـ . حلقات دوّارة ؛ و . شاه ؛ ز . عجلة ؛ ح . حجارة ؛ ط . مخلط ؛ ي . محور ؛ ك . مهد ؛ عجلة ممتلئة ؛ ل . ذيل بدعائم ؛ م . ملفاف لتوجيه الطاحونة نحو الريح ؛ ن . مدخل .

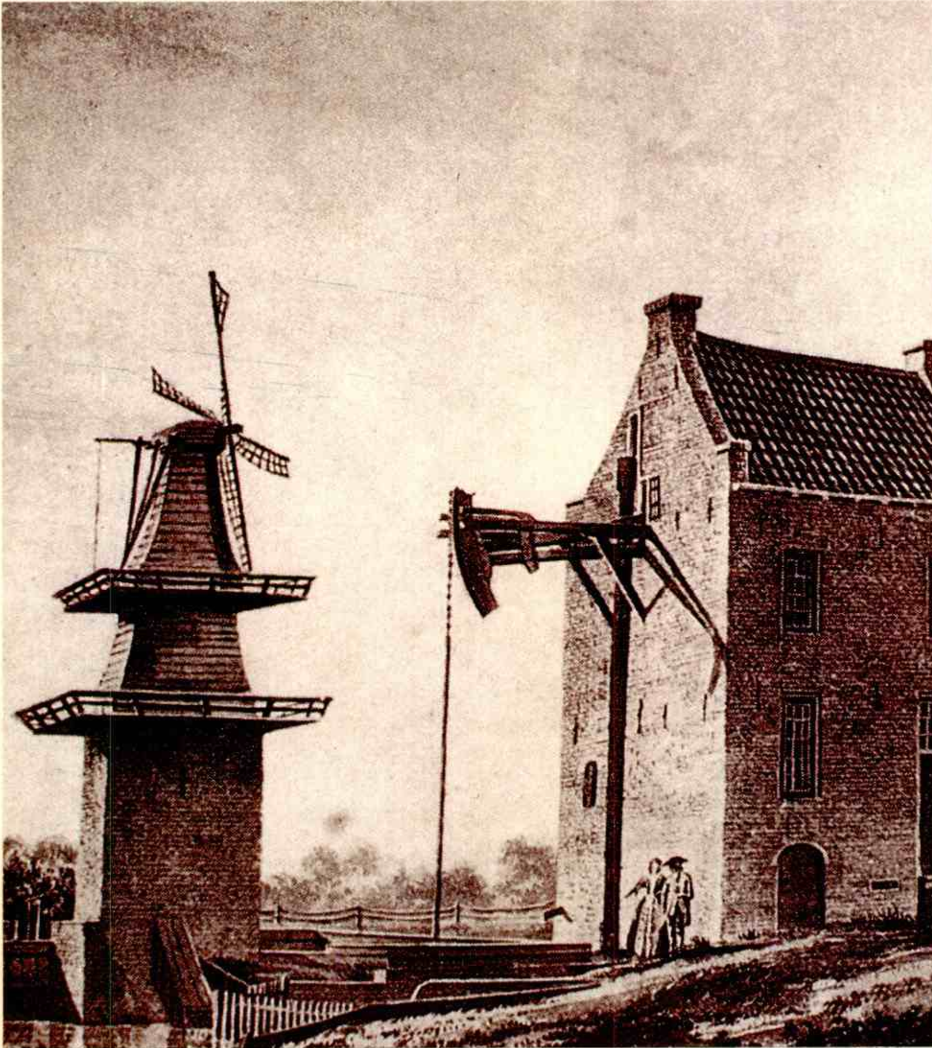
في الهامش : لوحة ريحية .





وكانت الطواحين الهوائية في البداية تستعمل لتجفيف الاراضي المستنقعية، إذ كانت تعمل وفق آلية جدّ بسيطة: فهناك أربع شفرات مروحية عمودية تقام على برج أو سارية لمواجهة الرياح وتشغيل نظام امتصاص الماء الذي يحول اتجاهه نحو مجموعة من القنوات لصرفه بعيدا عن المستنقع. وفيما بعد تم تحسين طواحين الهواء على يد الاوروبيين وخاصة منهم الهولانديين خلال القرن الخامس عشر، حيث استعملت لطحن القمح وتوليد الطاقة الآلية لتشغيل المناشر وغيرها من الاجهزة المعدة لانجاز مختلف الاعمال. ومع مرور الزمن تطورت اساليب استغلال الريح تدريجيا بفصل انظمة الطواحين البرجية ذات القمة الموجهة والتي تزوّد بشفرات عريضة. وتقوم هذه الأنظمة بمعاكسة الريح باستمرار مما يضاعف من قوة المطحنة ومن مردوديتها. ومع ظهور الآلات البخارية، تقهقر استعمال الطواحين الهوائية بسرعة ماعدا في بعض البلدان التي استمرت مدة طويلة تحظى بأهميتها الاقتصادية قبل أن تندثر. وبظهور أزمة الطاقة البترولية، شرعت بلدان كثيرة في تعميق الدراسات العلمية حول قوة الرياح وامكانياتها في توليد الطاقة الكهربائية. ويعد هذا التطور نهجا جديدا





لخلق طاقة إضافية كفيلة بتغطية الحاجيات في عدة ميادين كالفلاحة والانارة والتسخين وغيرها. ونظام تحويل قوة الريح إلى طاقة، غاية في البساطة؛ فهو يشبه في مجمله نظام الطواحين الهوائية: فهناك شفرات آلية تدفعها الريح، وبواسطة أنظمة آلية ملائمة، تقوم بتشغيل **دوارات** متصلة بمحولات للتيار تمكن من استعمال الطاقة المولدة.

ولكي يتم استعمال طاقة الريح، لابد من توفر بعض الخصائص في الريح ذاتها، ومنها مايلي:

1 – أن تكون الريح دورية وغير ظرفية في مكان محدّد بدقة؛

2 – أن تكون قارّة ودائما في نفس الاتجاه؛

3 – أن تكون ذات شحنة طاقية كافية تخولها سرعتها التي يجب أن تتراوح مابين 5 و 30 كلم/س.

وتتناسب الطاقة التي تنتجها المولدات الريحية مع نوع البنية التي تقام لاستقبالها ومع سرعة الريح. ولذلك فالأماكن التي تكون ملائمة لاقامة مثل تلك المولدات يجب أن تتوفر لها بدورها ظروف محددة منها مايلي:

1 – أن تكون ذات رياح دورية وقارة وبطاقة متوسطة، (الجزر وبعض الشواطىء والجبال)؛

2 – أن تكون مجردة من الحواجز الضخمة التي قد تعرقل اندفاع الهواء؛

3 – أن تكون الأرضية خالية من الحفر والمتخفضات وأن لاتكون وراءها ممرات جبلية أو تلال أو حذبات.

4 – يجب أن تقام الشفرات الآلية على ارتفاع متوسط بحيث تتجنب الحواجز الصغيرة.

ومع تطور التقنيات الحديثة المتزايد، سوف يُصبح للطاقة الريحيّة دور فعال في سدّ الحاجيات الطاقية لو استعملت على نطاق واسع وخاصة في البلدان التي تتميّز بتضاريس ملائمة لهذا الاستعمال.

الصورة 1 : مولّد ريحي للطاقة الكهربائية لتشغيل انظمة الاتصالات المسافية .

الصورة 2 : طائرة دلتاوية تطير في الأجواء بواسطة التيارات الهوائية .

الصورة 3 : المرياح ، وهو آلة تدل على اتجاه الريح وسرعتها .







الطاقة الشمسية

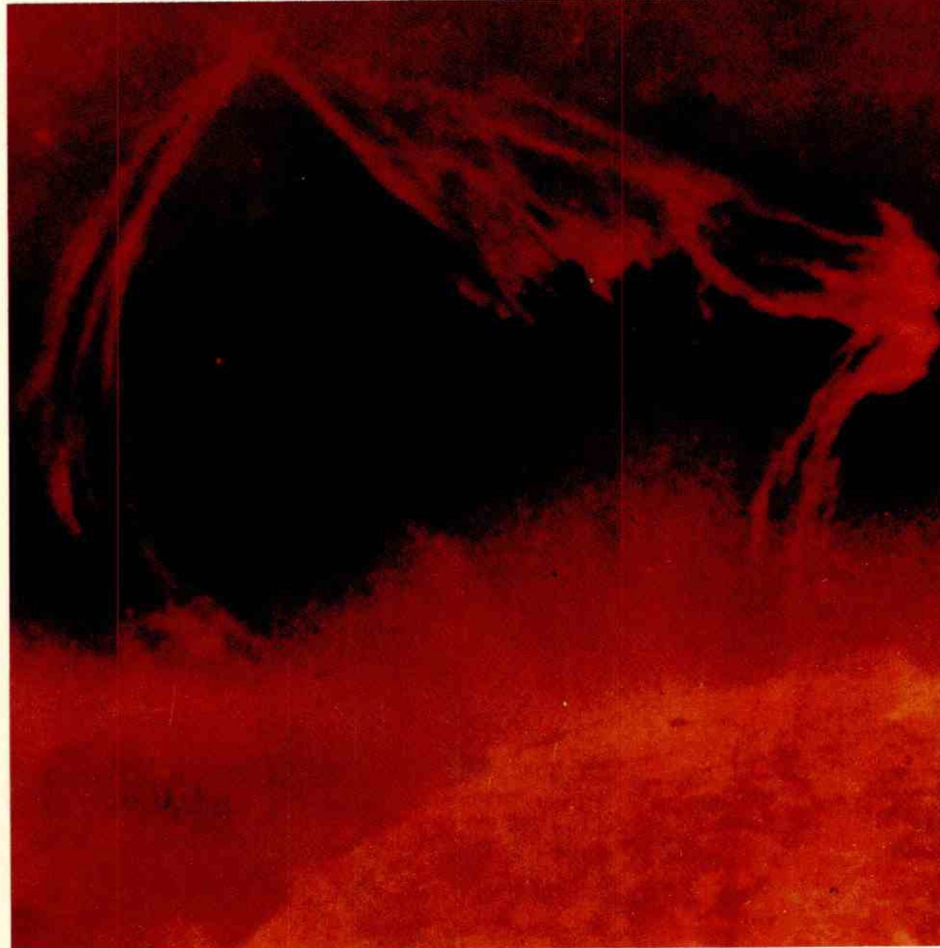
إن الشمس هي أساس الحياة، الانسانية والحيوانية والنباتية إذ ترسل كل يوم إلى الارض والى مختلف الكواكب كميات هائلة من الطاقة والحرارة اللتان تمثلان مصدر جميع إمكانيات التطور والبقاء لجميع الكائنات الحية. والشمس بما تتوفر عليه من طاقة هي أصل حركة الرياح بتسخينها للغلاف الجوي وحركة المياه حيث تبخّر البحار وتثير المطر، وتطور النباتات عن طريق النشاط اليخضوري، وصيانة صحة الانسان. بما لأشعتها من منافع.

وتتكون الشمس من كتل غازية كثيفة مركبة أساسا من الهيدروجين والهيليوم المتراكزة باستمرار نحو النواة المركزية حيث يثير ذلك التمركز التحام نوى ذرات الهيدروجين وتمثل السبب الأساسي في بريق الشمس وانتاجها للحرارة وارسالها للموجات الكهرطيسية التي يصل جزء منها إلى الأرض كما تؤثر شدتها على الحياة فوق كوكبنا.

والطاقة الشمسية التي تصل الى الأرض على شكل اشعاعات كهرطيسية جدّ وافرة ومتواصلة وأزلية لاتنقضي تقريبا، رغم أنها لاتمثل سوى حزمة ضئيلة من مجموع الطاقة التي تنتجها الشمس في الواقع، وتبلغ قوة ما يصل إلى الأرض من الطاقة حوالي 173.000 كلواط، تفوق قيمتها ما يستهلك من الطاقة حاليا في مجموع الأرض بـ150.000 مرة.

وتتمثل الموجة الكهرطيسية في عدد كبير من الموجات الأولية المعروفة بـ**الفوتونات** المتنقلة بسرعة 300.000 كلم في الثانية، وكل فيتون منها يشمل على طاقة كبيرة تجعل تردده حد مرتفع. والاشعاعات ذات المنفعة الكبرى في ميدان الطاقة هي مايعرف بالأشعة السينيّة (أشعة إكس) وأشعة غاما، وقبل أن تصل الأشعة إلى الأرض يتبدد جزء منها في الغلاف الجوي بسبب انعكاسها على كوكبنا (38%) بينما يتحول جزءا آخر إلى حرارة (47%)، وجزء آخر يستعمل في دورة الريح والمطر (23%)

ويساهم جزء قليل (0،025%) من هذه الطاقة من خلال عمليات مختلفة، في تكوين مناجم طاقية من أصل بيولوجي وجيوفيزيائي كالفحم والهيدروكربورات وغيرها. ومن الغريب أن العالم يعيش فقط باستعمال قدر لايتعدى 0،025% من هذه الطاقات السائرة حاليا في طريق الانقراض. ولتفادي ذلك، لابد من انجازات تيكنولوجية كفيلة بمراقبة وضبط ولو قدر قليل من نسبة الـ 30% من الطاقة المنعكسة في الفضاء. ويتعلق الأمر بحوالي 52000 مليار كيلواط تنبعث من الشمس



تعد الطاقة الشمسية اهمّ الطاقات من حيث الاستقرار والدوام . الّا أن استغلالها مازال معتثرا ، ولذلك مافتيء العلماء ينكبّون على الأبحاث والتجارب التي من شأنها تطوير أنظمة التقاط هذه الطاقة ، وتجاوز نظام الألواح الشمسية وغيرها من الأنظمة التي تستطيع تعويض المصادر الطاقية الشائعة الباهضة التكاليف .

باستمرار، مع أنها لاتصل إلى الأرض بكيفية متناسقة وذلك لأسباب مختلفة كدورتي الليل والنهار وانحراف أشعة الشمس والظروف الجوية. إلا أنه رغم كل ذلك فكمية الطاقة المتوفرة جد هائلة.

ومنذ بضع سنوات والعديد من البلدان تسعى إلى تطوير نظريات وتقنيات من شأنها تحقيق استعمال الطاقة الشمسية بشكل فعال.

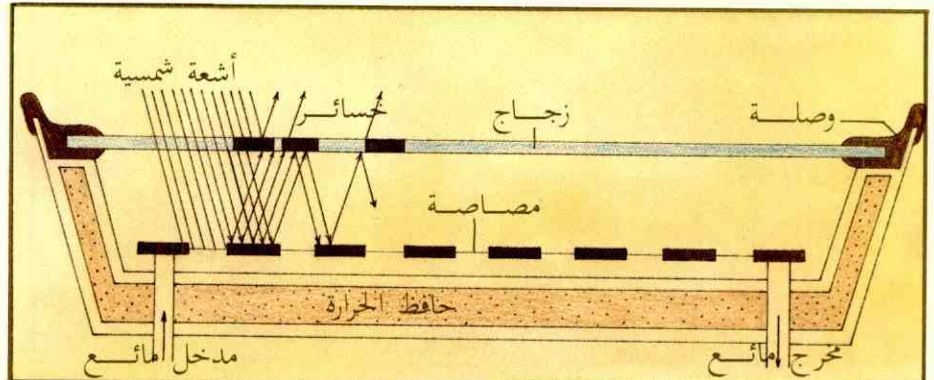
وتقوم تلك التقنيات على مبادىء متنوعة تعطي في مجموعها نتائج جدّ مهمة. وتنبني هذه المبادىء على تحويل مباشر للطاقة الشمسية والضوئية الى طاقة كهربائية عن طريق استعمال **الصفائح ذات الخلايا التياريّة أو الصفائح الشمسية**. وبامكان مثل هذه الصفائح انتاج طاقة تتراوح مابين بضعة واطات وعشرات الواطات. وفي الوقت الراهن تستعمل أساسا كنظام تكميلي للأساليب التقليدية لانتاج الطاقة أو مندمج فيها.

وترتكز الصفائح الشمسية بالأساس على مبدإ قدرة إرسال الحرارة بواسطة الاليكترونات الموجودة في ظروف خاصة عندما تلامسها الطاقة الضوئية للضوَيْئات. وتتكون الصفائح من عدد متغير من الخلايا التياريّة المتصلة فيما بينها والتي تجمع الطاقة وترسلها وهي محولة كما يجب إلى مراكم أو مدّخرات تيارية خاصة، تكمن وظيفتها في توفير هذه الطاقة ولو في ظروف تحول فيها الاحول الجوية دون ظهور الشمس. والنظام مزود كذلك بجهاز ضبط وتأمين سيرورة تخزين الطاقة.

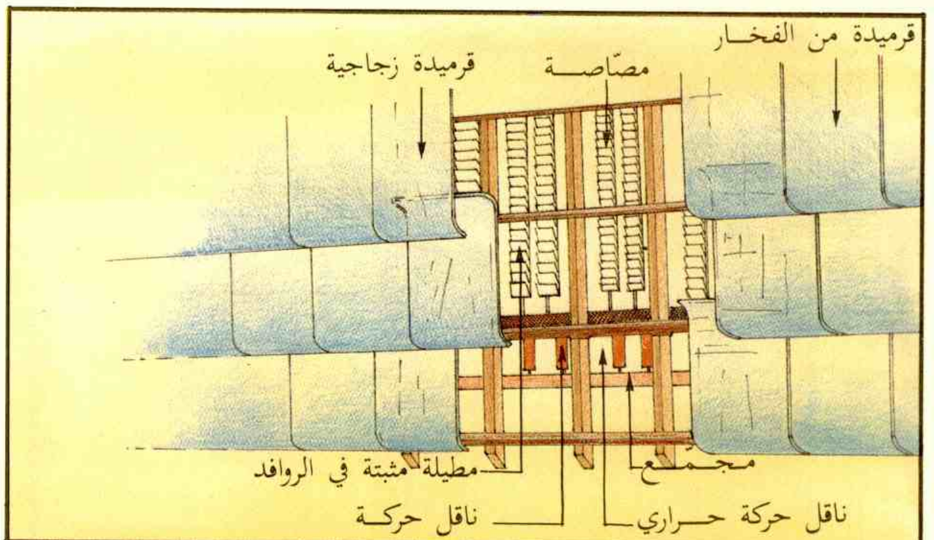
وهناك نظام آخر لتخزين وآستغلال الطاقة الشمسية يتمثل في استعمال **المجمّعات الشمسية**، التي تقوم بتحويل الطاقة الصادرة عن الشمس إلى طاقة حرارية، على عكس ماتفعله الصفائح الشمسية. ويتغير عملها حسب أنواع المجمّعات التي تنقسم إلى مجمعات ذات سطح ممتص ومجمعات تركيز.

وتتكون المجمعات الأولى من غطاء زجاجي موضوع على سطح مصّاص يسيل فوقه السائل المراد تسخينه؛ وتوضع خلف السطح مادة عازلة تمنع تسرب وتبديد الحرارة. وبواسطة هذه الآلية تنجز أنظمة مندمجة للتسخين كما تمكن من انتاج الماء الساخن للاستعمال الحضري. أما مجمّعات التركيز فهي في الغالب مقعرة بحيث تتمركز فيها أشعة الشمس عند نقطة معينة تسمى بـ**الألق** أو **البؤرة**. وتستعمل هذه الأنظمة لاغراض صغيرة أو متوسطة وخاصة منها ذات المنفعة المنزلية وفي الزراعة.

الرسم 1 : مقطع يبين مبدأ عمل للملتقط شمسي . **الرسم 2** : مبدأ الملتقط تحت القرميد أو الأغطية الشفانيّة . **الصورة 1** : الواح شمسية فوق سطح منزل . **الصورة 2** : جانب من لوحة شمسية فوق سطح منزل .




1




2

أما في المناطق المشمسة باستمرار فقد اتخذ ضبط الطاقة الشمسية طابعا صناعيا. وفي هذا المجال يستعمل **نظام البرك الشمسية** لتحقيق مختلف الأغراض الصناعية، وذلك بإقامة منشآت صناعية واسعة تستعمل فيها أحواض موجودة من قبل، وتغرس تلك الاجهزة في التربة دون اتلاف خصائصها مع استعمال المناطق السبخية التي تصبح مصادر طاقية جديدة بعد أن كانت مجرد أراضي جرداء. ومن حيث الجوهر، فمبدأ عمل المستنقع الشمسي مماثل للمجمع المسطح، إذ يتعلق الأمر بكتلة مائية تبقى معرضة للشمس إلى أن تسخنها الأشعة. وعلى الماء بطبيعة الحال أن يبقى جامدا تماما، ويؤدّي نفس وظيفة الغطاء الزجاجي للمجمّع ذي السطح الممتصّ. وبهذه الكيفية يمكن استعمال الماء المسخن للريّ أو لانتاج ماء التدفئة أو تزويد المنشآت الصناعية والفلاحية. وفضلا عن ذلك فهذا الماء يمكن ارساله نحو المنشآت التي تستفيد من الدورات الملائمة لانتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من الحرارة. وباستعمال الطفرات الحرارية المولّدة من الاتصال بالماء البارد، يستعمل الماء المسخّن لانتاج الطاقة الآلية كما هو الشأن بالنسبة للآلات البخارية وغيرها. ومن ناحية التكاليف، فان انتاج الطاقة الكهربائية بواسطة هذا النظام اقتصادي بالمقارنة مع تكاليف انتاج الطاقة بواسطة المراكز الكهربائية الحرارية العادية.



مركبة تستعمل الطاقة الشمسية في تسييرها. فهناك مجموعة من الألواح المقامة فوق سطح الغرفة تقوم بالتقاط ضوء الشمس وتحوّله الى كهرباء، أي الى حركة.

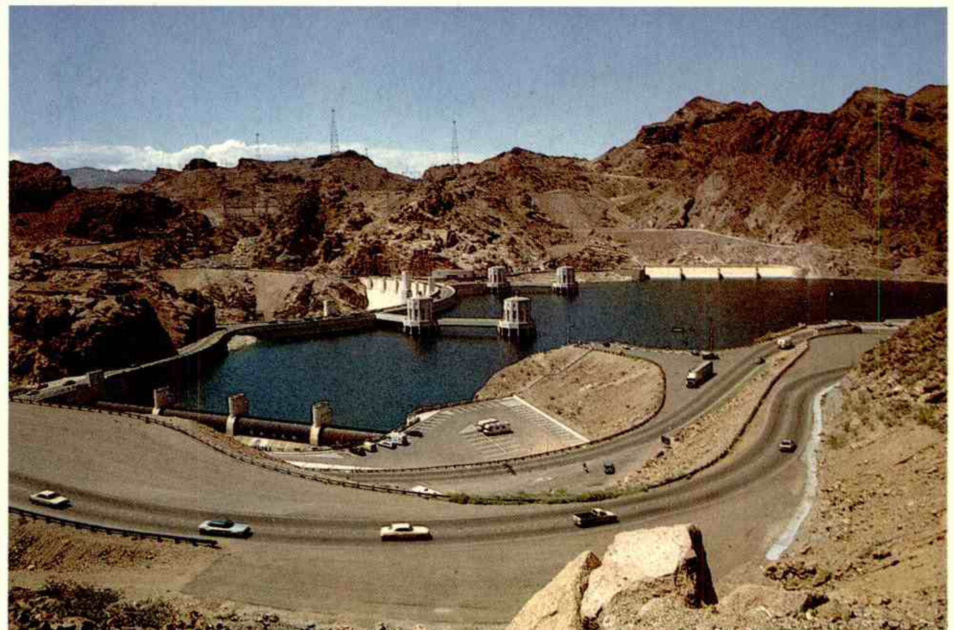
فرن أوديلو الشمسي فوق جبال البيرينيه: وتصلح بنيته المقعّرة لتركيز الأشعة الشمسية في نقطة من المجمّع تعرف بالموقد. وبإمكان منشآة من هذا النوع أن تحلّ أكبر المشاكل الطاقية التي نعاني منها.

استغلال المياه

إن الأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي، الذي يحتوي على الماء السائل. ذلك أن أزيد من سبعين بالمائة من سطح كوكبنا مغطى بالماء، حيث تمثل المساحة المغمورة 360 مليون كلم² من مجموع مساحة الكوكب وهي 510 مليون كلم². ومن البديهي أن أهمية الماء بالنسبة للأرض يتمثل في ارتباطه الوثيق بوجود مجموع الكائنات الحية عليها. فالمياه السطحية كالأنهار والبحيرات والاحواض الاصطناعية والبحار والمحيطات تمثل كلها اشكالا حياتية ومصادر طاقية هائلة كما تشكل موارد أساسية لمعيشة الانسان، وبالتالي فمن الطبيعي أن تكون عبر العصور بمثابة مصدر لازدهار وانتعاش حياة الشعوب. وبالفعل فقد بدأ تطور الانسانية عندما تفهم الانسان ماوضعته الطبيعة رهن إشارته ليكتشف ويصنع الوسائل اللازمة لاستغلاله.

ومنذ العصور القديمة والانسان يرى في الماء رمز حياته ونمائه وتحسين نظام معيشته. وكان المصريون القدماء أول من طرح مشكلة استغلال الامكانيات التي توفرها فيضانات النيل لفائدة اخصاب الأرض وتنمية الزراعة، كما أن الحضارات القديمة كالآشورية والبابلية والعربية والصينية قد ارتبطت بأساليب استثمار ما بأراضيها من مياه لانعاش الفلاحة وتطوير الحياة اليومية وتسهيلها. وقد مثلت الانهار عبر التاريخ مصدرا لتنمية وتطوير التجارة التي ساهمت في إرساء وانتشار الحضارات الكبرى. ومع التطور الصناعي تجلت أهمية الماء في انتاج الطاقة ممّا أدّى الى اختراع مختلف الوسائل لاستغلاله لهذا الغرض، وفي تلك الفترة، وبالضبط حوالي سنة 1750 بدأ التفكير في استعمال الماء لانتاج الطاقة وخدمة الصناعة. وكانت أولى المنشآت الصناعية قد ظهرت في ميدان صناعة النسيج والصناعات الميكانيكية التي تستعمل مجاري المياه كالأنهار الصغيرة لتشغيل الآلات، حيث

منذ القديم والماء يمثل مصدرا للحياة والطاقة والعمل . وقد ظهرت في العقود الأخيرة منشأة من شأنها تلبية حاجيات الشعوب من الماء الشروب – فمن العجلة ذات الشفرات **(صورة الهامش)** انتقل الانسان الى تشييد السدود الضخمة **(صورة جانبه)** .





برزت للوجود آنذاك أولى المطارق الكبرى لتصفيح المعادن مدفوعة بالطاقة المائية.

وبعد مرور قرن من الزمن على الثورة الصناعية حيث تحققت عدة انجازات في ميدان الفيزياء الكهربائية والكهرباء الديناميكية والكهرباء الساكنة وخاصة على يد كل من أمبير وفاراداي، أصبح بالامكان تطبيق القوة الحركية والآلية للماء لتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة كهربائية. وهكذا ظهرت أولى التوربينات كما انشئت أولى المحطات الكهربائية، وخلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر، اعتبرت الطاقة الحركية للماء مصدرا أساسيا لانتاج الطاقة الكهربائية.

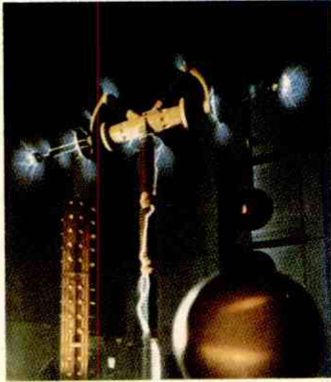
وعندما نتحدث عن طاقة جسم ما، فيجب الرجوع إلى حالته الخالصة التي تجعله قادرا، في أي وقت، على انجاز عمل ما، والمياه لاتتمكن من توفير الطاقة إلاّ إذا كانت متحركة، وذلك طبقا لمبدإ الطاقة الحركية التي تكمن في الكتل المائعة المتحركة. وبهذه الكيفية من الممكن تحويل الطاقة الحركية مباشرة إلى طاقة ميكانيكية، ومن ذلك أن شفرات طاحونة تحركها المياه تقوم بتشغيل الفتالات أو آلات البرم مثلا. وتتحول الطاقة الميكانيكية بدورها الى طاقة كهربائية من خلال حركة التوربينات. ويتوفر الماء على طاقة كامنة مرهونة مباشرة بكميته وكتلته وكذلك بوقعه. ففي الأحواض الاصطناعية أو في بحيرات السدود، يتوفر الماء على طاقة تتحول إلى حركية بمجرد أن تنصب نحو السافلة. وتتضاعف هذه الحركية مع ارتفاع سرعة السقوط طبقا لمبدإ الجاذبية. وعندما يلامس الماء قعر الوادي يبلغ ذروته من الطاقة الحركية بحيث يصبح قادرا على انتاج أقصى عمل ممكن كتشغيل التوربينات مثلا.

وبتطبيق مثل هذه المبادىء يصبح بالامكان استغلال المياه السطحية كمياه الأنهار والأحواض الطبيعية والاصطناعية وغيرها بكيفية ملائمة وفعّالة بواسطة قنوات الجرّ التي تخوّل الماء سرعة من شأنها مضاعفة طاقته الحركية.

وقد أنجزت في هذا الميدان دراسات حديثة أثبتت امكانية استعمال واستغلال كميات الطاقة الهائلة المتكونة في البحار. ومازالت الابحاث قائمة بشأن التحويلات الممكنة للطاقة الحركية المتوفرة في امواج البحار لاستغلالها في انتاج الطاقة الكهربائية. وقد تبين أن ذلك ممكن بالخصوص في بعض المناطق من كوكبنا حيث تتواجد الأمواج بصفة دائمة وقارّة.

فالسواحل الافريقية الغربية مثلا تعرف تلاطم أمواج تتشكل في عرض الأصور ثم تصل إلى شواطىء المغرب بسرعة 15 متر في الثانية؛ وقد قدّر أن موجة ذات علو يبلغ 7،5 مترا تحتوي على قوة من 5،15 كيلواط للميليلتر الواحد.

وتطرح أنظمة استغلال هذه الكميات الوافرة من الطاقة مشاكل شتّى، وخاصة على المستوى التقني المتمثل في عدم ملاءمة المنشآت المستعملة وصيانتها. وهناك بعض المنشآت التجريبية المعروفة بذوات «**منقار البط**» تمت إقامتها على مقربة من الشواطىء، وترتكز على نظام تشغيل غاية في البساطة إذ تقوم فتحات قمعية الشكل بتصريف قوة الأمواج إلى قنوات تنتهي إلى توربينات. وقد شرع بعض الباحثين في انجاز دراسات لاستغلال التيارات البحرية العميقة مقترحين استعمال الكتل الضخمة من الموائع المتحركة، ذلك أنه قد تبين أن تيار الغولف ستريم الذي يمرّ في عرض فلوريدا ينقل عشرين مليون مترا مكعبا من الماء في الثانية الواحدة، مع طاقة كامنة في كل مقطع عرضاني قابل للضبط من الناحية النظرية يبلغ حوالي 25000 ميغاواط (1 ميغاواط = 1000 كيلواط). ولاستغلال تيارات من هذا القبيل، بدأ التفكير في استعمال سلسلة من التوربينات الصغيرة والمتوسطة ذات



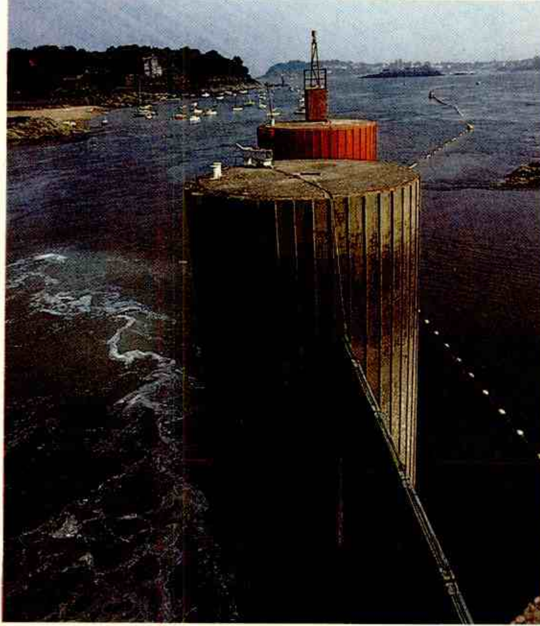


يتوفّر الماء المحتوي في حوض على طاقة كامنة تتحوّل الى طاقة حركيّة عندما يضطر الماء الى التدفق نحو السافلة. وعند الوصول الى محطة كهرمائية مرورا بمجاري قسرية، تتحول الطاقة الحركيّة الى طاقة كهربائية.

جانبه : محطّة بمجاري قسرية.

في الهامش : قاطع تيار في خط التيار العالي. وهذا النوع من قاطعات التيار كثير الاستعمال في المحطات الكهربائيّة.

فتحة قطرها 11م يتم تشغيلها مباشرة بواسطة التيارات. كما أن هناك مشروعا آخر لاستغلال الطاقة التي يوفرها مدّ وجزر المياه البحرية خلال الفترات الجزرية، وذلك بإقامة منشآت ملائمة في بعض المناطق الساحلية المحيطة بفرنسا وبريطانيا حيث يتوفر المدّ والجزر على مدى جدّ مهم.

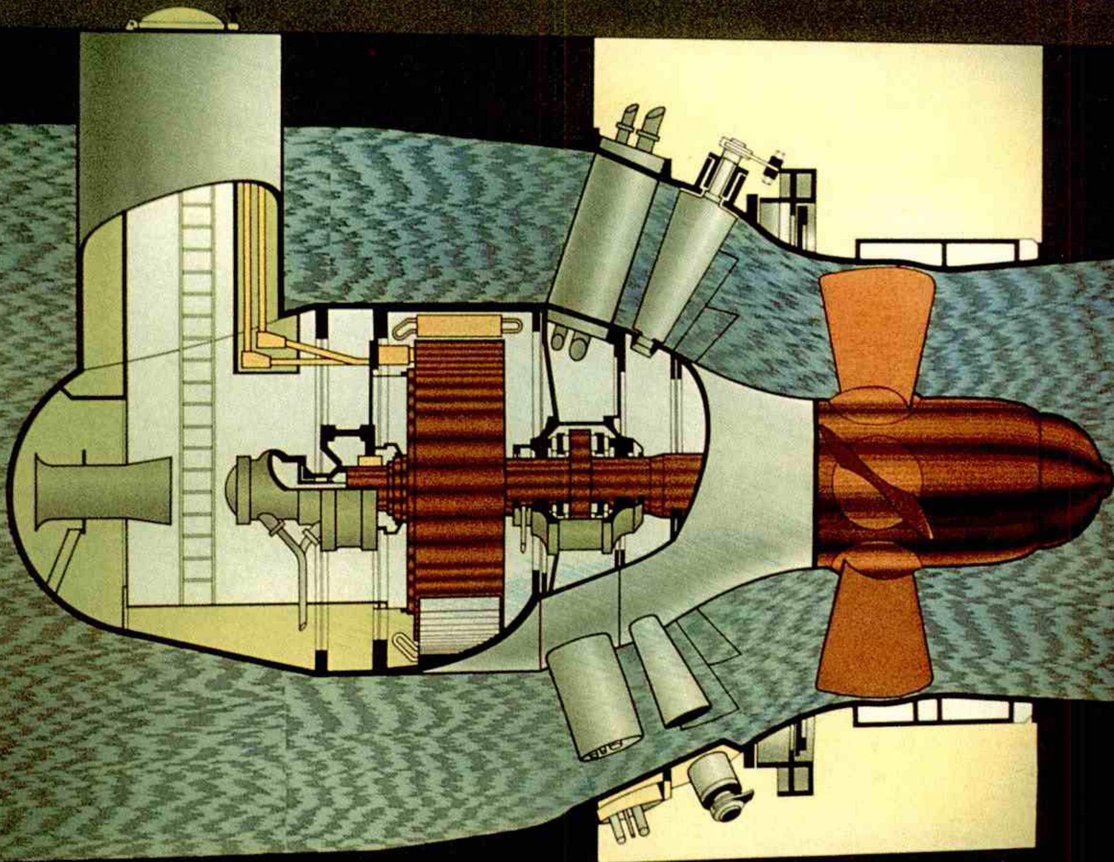


وتمثل طاقة المدّ والجزر مصدرا مهما قليل التكاليف بالنظر إلى بساطة المنشآت المستعملة وسهولة نقلها وتركيبها. وقد مكنت احدى التطبيقات الحديثة للطاقة الشمسية وملوحة المياه من انجاز منشآت هامة لانتاج الطاقة الكهربائية المحصل عليها عن طريق استغلال الطفرة الحرارية للمستنقعات ذات الملوحة المزدوجة. ويتطلب ذلك أن تكون المستنقعات القليلة العمق مشتملة على أملاح محللة ذات كثافتين متباينتين بحيث تجعل كل الحرارة الشمسية تتمركز في القعر لتخلق هناك حرارة تتجاوز أحيانا 70 درجة مئوية. وبعد ذلك يمكن تحويل الطاقة الحرارية المتولدة إلى طاقة كهربائية.

في الصورة : محطة بحرية في سان مالو بفرنسا .

في الرسم : رسم بياني للمحطة .

تقع سان مالو في منطقة بروتاني وتتميز بقوة المد والجزر ، التي تمّ استغلالها لتوليد الطاقة المترددة التي تمثلها قوة البحر . وقد أقيمت هذه المحطة لتحويل الطاقة الحركية للمحيط إلى كهرباء . ويُمثل المد والجزر مصدرا طاقيا ذا ايجابيات كثيرة لأن منشآت الاستغلال بسيطة التركيب وقليلة التكاليف .



المحطات الكهربائية

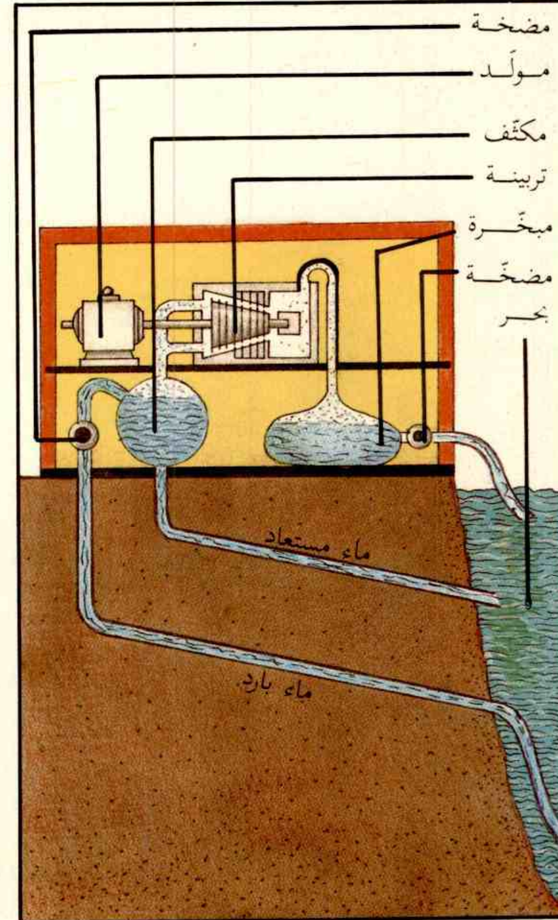
لقد ظهرت المحطات الكهرمائية (الكهربائية المائية) وبلغت أوج تطورها خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين. وقد أقيمت المنشآت الأولى في مناطق تمكن فيها مساقط الماء من تشغيل التوربينات. وفيما بعد تم اختراع أساليب جديدة تتيح استغلال الماء بشكل مستمر. وهكذا شيدت أول السدود على أنهار ثم زودت بتجهيزات ضخمة لتوليد الطاقة الكهرمائية. ويمكن تصنيف هذه التجهيزات حسب معيارين مختلفين هما: (1) المدى وفرق الارتفاع من جهة حيث يميز بين الكبرى والصغرى والمتوسطة ثم (2) طريقة التشغيل من جهة ثانية، إذ يتم التمييز مابين المنشآت ذات الماء السائل وبين المنشآت ذات الخزّان. فالمنشآت ذات الماء السائل هي التي يكون فيها الماء جاريا لايعاد استعماله ولا يتم تخزينه. أما المنشآت ذات الخزّان، فهي المزوّدة بأحواض لخزن الماء المستعمل بمدى محدد وفي فترات ملائمة، وعادة ماتبنى السدود فوق المجاري المائية بالآجر والاسمنت

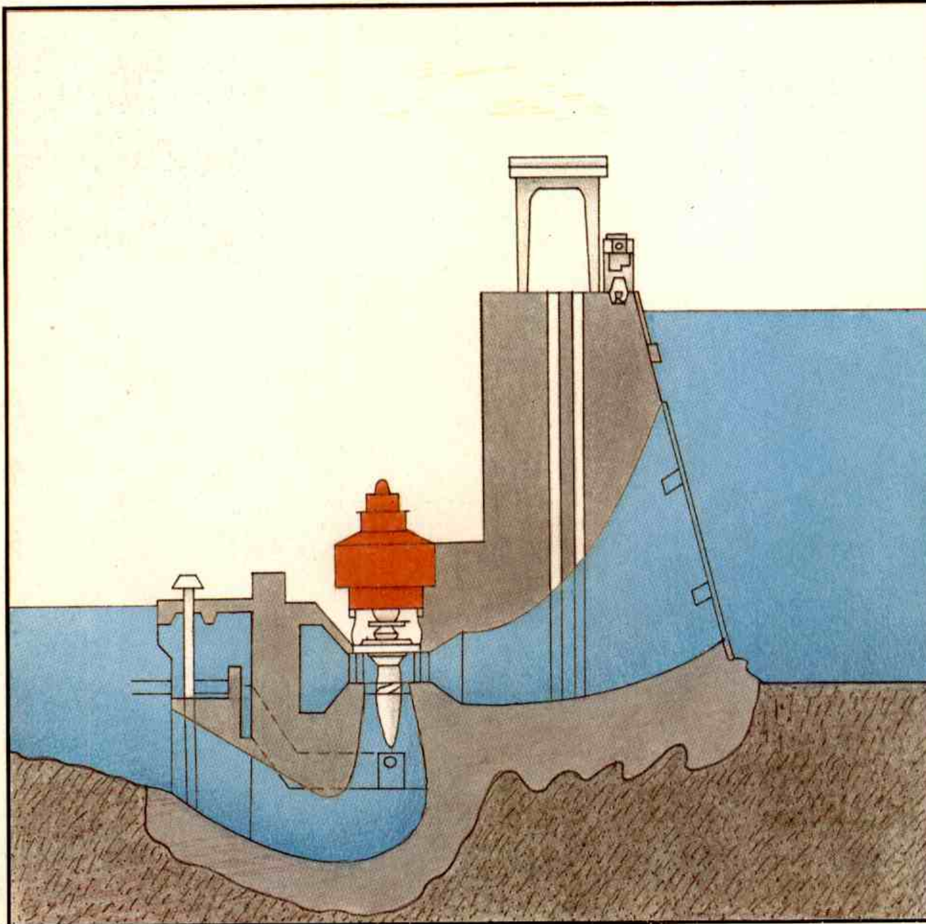
الرسم أسفله : الى جانب المحطات البحرية هناك أنظمة أخرى تستغل البحر كمصدر طاقة . فبالامكان الحصول على الطاقة كذلك بتوظيف الفارق الحراري بين الماء الدافيء على السطح والماء البارد في الطبقات العميقة في البحار الاستوائية . ويتم في هذه الحالة تبخير ماء السطح لتشغيل التربينات بالبخار الذي يكثّف بعد ذلك بفعل مياه الطبقات العميقة الباردة .

الصورة جانبه : منظر داخلي لمحطة كهرمائية .

الرسم جانبه : نظام محطة كهرمائية : ينزل الماء من السد (يسارا) من خلال شبكة ، عبر أنابيب فولاذية الى غاية التربينة التي يوجد المولد تحتها . ويعود الماء الى النهر عن طريق سرداب يتوسّع لتقليص سرعة التدفق .







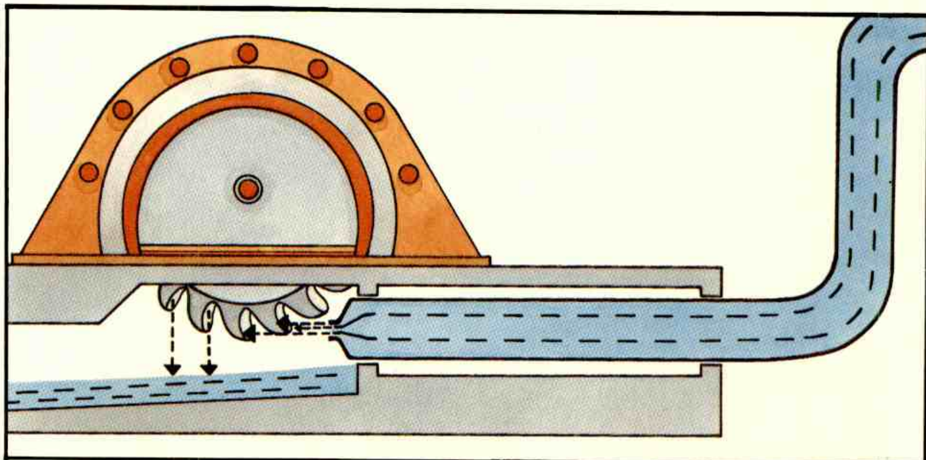
المسلح أو بمواد معزولة وتقام المحطات عند سافلة الخزانات والأحواض الاصطناعية لتحقيق أقصى مايمكن من فارق الارتفاع وتمكين الماء من توفير أقصى درجات الطاقة الحركية. ويتم تصريف الماء في مجاري قسرية تكون في الغالب على شكل أنابيب فولاذية أو من الاسمنت المسلح، تلتحق بالمحطة لتشغيل التوربينات. وتتكون التوربينات عادة من عجلة تقام على جانبها رياش أو شفرات، تشكل معها بنية فولاذية على شكل مقعّر مفتوح عند أحد أطرافه. ومن هذه الفتحة يدخل قذف الماء الموجه الذي يسير البنية بأكملها.

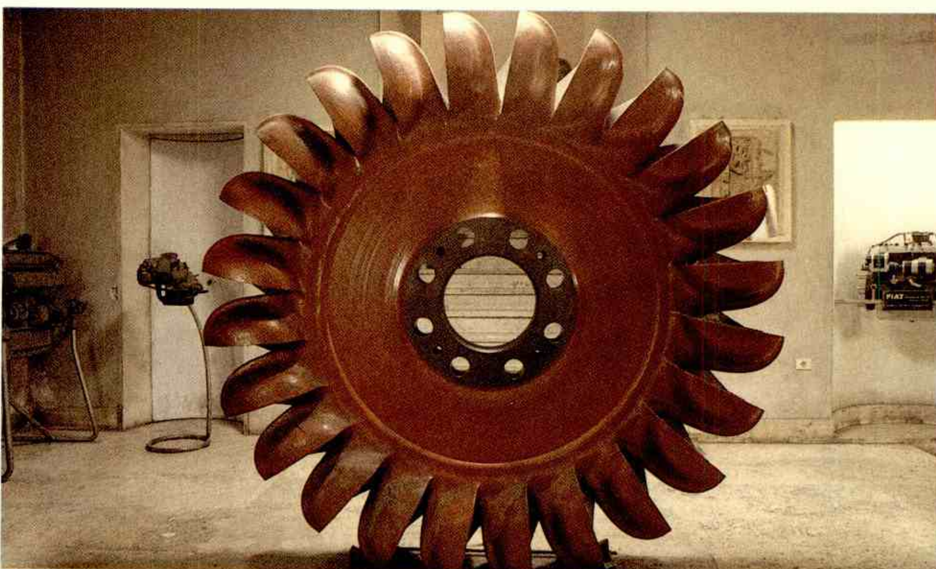
وهناك أنواع مختلفة من التوربينات نذكر من بينها كلا من التوربينات بيلتون (PELTON) وفرانسيس (FRANCIS) وكابلان (KAPLAN) **وهي تحمل أسماء** مخترعيها. ويكمن الاختلاف مابين هذه الأنواع في عدد الدورات المنجزة في الدقيقة الواحدة. وترتبط كل توربينة بمولد كهربائي بإمكانه تحويل الطاقة الميكانيكية للتوربينة إلى طاقة كهربائية. أما الطاقة المولدة فهي في الغالب ذات جهد منخفض لايتعدّى 25 كيلوواط، وهي تنقل إلى الخطوط الكهربائية لتتحول بكيفية ملائمة حيث يتضاعف جهدها لتفادي التبدّد المفرط. وهكذا فكل منشأة كهربائية مزوّدة بغرف خاصة وأطر للتحكم والضبط إضافة إلى التجهيزات التيكنولوجية الحديثة والمتطورة التي من شأنها تحويل ونقل الطاقة المتولدة عن الماء. وهذا النوع من المحطات لايستعمل سوى الماء وهي بذلك سليمة من الناحية البيئية إذ لاتحدث تلوثا مهما. كما أن من ايجابياتها استعمالها لمصادر دائمة لاتنقرض. وبفضل انجازات التيكنولوجيا الحديثة، أمكن تجاوز العوائق التي تسببها العوامل الجوية، حيث أن كل محطة تكون مجهزة بمضخات معدة لامتصاص الماء وتصعيده عند الحاجة. وعندما يؤدي ماء المجاري مهمته، يعاد إلى الأحواض لانجاز دورة إعادة الاستعمال المتواصلة والتي لاتعرف النهاية.

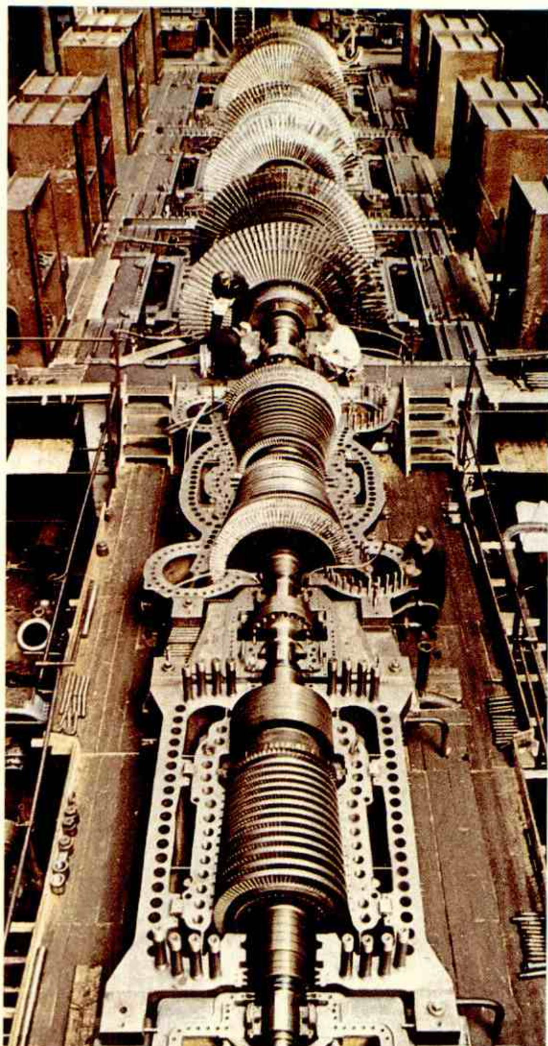
في الرسم : نموذج ذو قذف واحد لتربينة بيلتون Pelton, . ويبلغ القذف حده الأقصى عند تضاعف ضغط الماء .

الصورة جانبه : تربينة بيلتون عادية .

الصورة أسفله : نظام تربينات في مولّد .







الكهرباء والخطوط الكهربائية

يعد الكهرباء الطاقة الأساسية في القرن العشرين، إذ باتت مؤثرة بشكل فعال على حياة الانسان اليومية وانشطته المختلفة، بحضورها في جميع المرافق والميادين الاقتصادية والصناعية والفلاحية وغيرها. فيكفي النظر من حولنا للوقوف على أهمية هذه الطاقة من خلال جميع الآليات التي تعمل بالكهرباء بدءا بلوازم البيت بما فيها أجهزة المطبخ والمصابيح والثلاجة والتلفاز والراديو وآلة الغسيل والمكواة وغيرها. أما خارج المنزل فالعناصر المتوقفة على الكهرباء لا تحصى انطلاقا من المصعد والسيارة والميترو في بعض البلدان ومصابيح الشارع وأضواء النيون وما إلى ذلك من الآليات والأجهزة. وهكذا يمكن القول بأن الطاقة الكهربائية تهيمن بكيفية واضحة على الحياة في القرن الحالي.

وقد كان إنسان العصور القديمة ينظم حياته اليومية تبعا لمدة استغراق ضوء النهار، إذ يبدأ نشاطه عند شروق الشمس ليتوقف عند غروبها. وفيما بعد اكتشف النار كأداة للدفاع ثم للتدفئة والاستضاءة من خلال موقد النار. ومالبث الانسان أن توصل إلى استعمال مصباح الزيت والغاز قبل أن يهتدي إلى الطاقة الكهربائية كوسيلة ناجحة للاستنارة.

ومع ظهور التجارب الأولى في ميدان الكهرباء، طرح مشكل نقل الكهرباء وإيصال طاقته إلى مسافات بعيدة من مصدرها، وفي سنة 1777 عرض اليساندرو فولتا (A. VOLTA) فكرة مفادها أن بإمكان أسلاك حديدية مدعمة بأعمدة من خشب، أن تنقل الكهرباء الذي يتم انتاجه بواسطة البطاريات الفلطية، من مكان إلى آخر. وقد انجزت أول تجربة لنقل الكهرباء في ايطاليا سنة 1884 بمدينة تورين تحت إشراف غاليليو فيراريس (Galileo FERRARIS): فمن احدى منشآت الارسال ثم بث الطاقة الكهربائية عبر أول خط تجريبي إلى مسافة 42 كلم. ولكي يتم الارسال عبر الخطوط لابد من القيام في مصدر الانتاج بتحويل الطاقة إلى جهد أعلى لتفادي التبدد المفرط أثناء مسيرة النقل. وعند نقطة الوصول يتم تحويل الطاقة الى جهد مقبول وصالح للاستعمال، وذلك بواسطة أجهزة خاصة تعرف بـ**المحوّلات**، وكانت الخطوط الأولى التي استعملت لمسافات قصيرة معدّة لنقل التيار المتواصل وبعد ذلك أمكن مضاعفة المسافة بين نقط الارسال ونقط الوصول بفضل انجاز مردّدات التيار التي تحول الطاقة المتواصلة إلى طاقة متعاقبة تتميز بتقليص تبددها وقابليتها للاستعمال في جهود اقل انخفاضا من الطاقة المتواصلة.

وقد مكّن التقدم التكنولوجي الحديث من انجاز خطوط كهربائية ذات مقاييس هائلة تصل أحيانا 600 كلم، وتستعمل التيار المتواصل. ويتكون الخط الكهربائي من موصلات **عارية**، تكون في الغالب من النحاس والفولاذ – الألمنيوم والألدري وهو مزيج من الألمنيوم والسيلسيوم والمغنيسيوم المنصهرة فيما بينها. وتستعمل الموصلات النحاسية على شكل خيوط ذات مقطع دائري على شكل حبال مع تدوير مروحيّ، أما موصلات الفولاذ – الألمنيوم والألدري فتستعمل فقط على شكل حبال يكون لمقطعها المركزي دور المقاومة الآلية بين



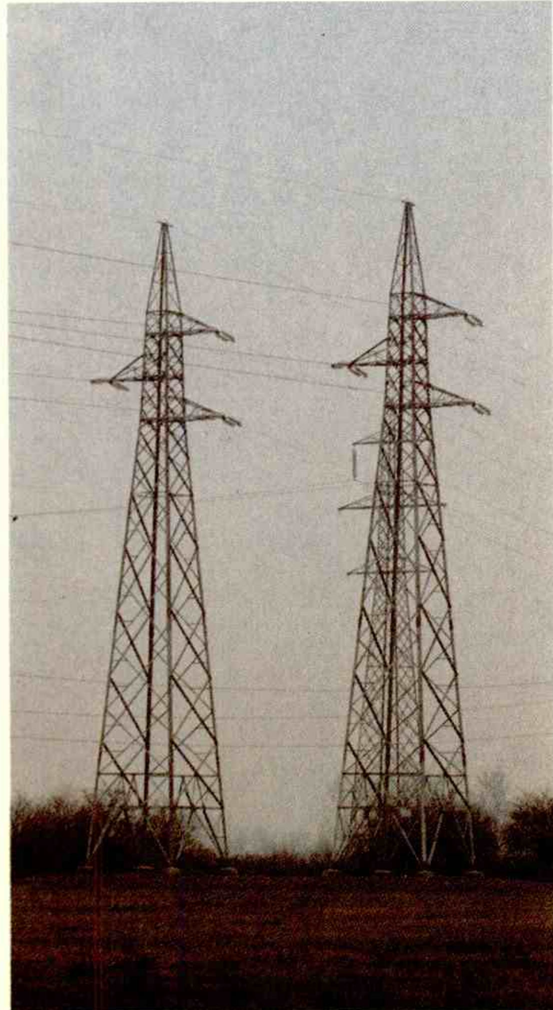
جانبه : أهم الأجهزة الكهربائية ذات الاستعمال المنزلي . ثلاجة وغسالة وتلفازة وآلة تسجيل .

دعامتين، بينما خيوط الألمنيوم المجدولة فيما بينها، تستعمل لنقل التيار، ويستعمل الموصل النحاسي في خطوط النقل الصغرى والمتوسطة بينما تستعمل موصلات الفولاذ – الألمنيوم والألدري في الخطوط الكبرى ذات الجهد العالي. وتولى أهمية قصوى **لمرابط التماسّ** العازلة التي تدعّم الخطوط نفسها. ويتم اختيار المواد العازلة طبقا لبعض المعايير الخاصة كجهد تيار الخطّ والظروف الطقسية كتواجد الضباب وبرودة أو حرارة المنطقة الى غير ذلك من العوامل. وتصنع العازلات عادة من خزف خاص أو من زجاج، وهما مادتان تتوفران على عامل تمدّد مرتفع. ويكمن دور العازلات في تفادي تفريغ التيار الذي يسري في الخطوط تحت تأثير الفَوْتَوَتّر الظرفي أو اضطرابات إشعاعية أو عوامل طقسية كالبرق أو الصاعقة، وفضلا عن ذلك، فالعازلات تصنع على شكل كؤوس وذلك لصيانة الخطوط من التلف بسبب الامطار والرطوبة. وتقام الخطوط عادة على دقارنة أو وشائع حديدية ذات مقطع مخروطي هرمي، بقاعدة مربعة وممددة وقمة رمحية، وذلك حين تكون المسافة المغطاة طويلة جدّا وأرضية المناطق المعبورة جبلية. وفي هذه الحالة يجب أن تكون الحبال موضوعة على علو متوسط أو كبير. وتستعمل أعمدة من الأسمنت المسلح بالنسبة للخطوط التي تنقل تيارات ضعيفة ويكون ارتفاعها متوسطا. وفي الحالة الأولى توضع الحبال بعيدة بعضها عن بعض لتفادي تماسها تحت تأثير الرياح أو العوامل الجوية المختلفة. أما في

الصورة جانبه : محطة كهرمائية ، وتظهر بها المجاري القسرية والمحوّلات .



الصورة أسفله : دقارين للنقل المسافي للتيار الكهربائي . وتصنع الخيوط نقل التيار من النحاس وهي أسلاك ذات مقطع دائري أو حبال بتلفيف مروحي . وتستعمل لخطوط النقل الصغرى والمتوسطة ، أما الخطوط الكبرى فتعتمد على حبال من الفولاذ اللالمنيوم ومن الألدري .



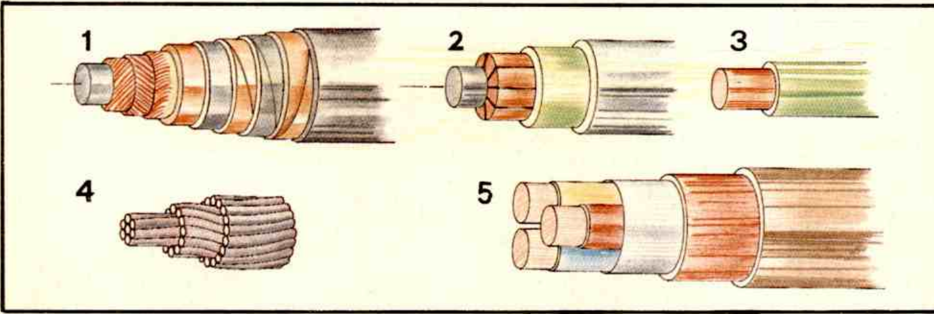
الحالة الثانية فالحبال تكون ممدودة على شكل خطوط. ولتجنب الاضطرابات الخارجية التي قد تلحق بالخطوط تمدد بين الدعامة والاخرى حبال من الفولاذ المزنك تفرغ الطاقات المشوشة في الأرض حيث تقوم الحبال المزنّكة بتبديدها. وأثناء صناعة الخطوط، يجب أن يراعى احتمال وجود عناصر مشوشة كالاسلاك الهاتفية ومحطات البث الاذاعي وغيرها.

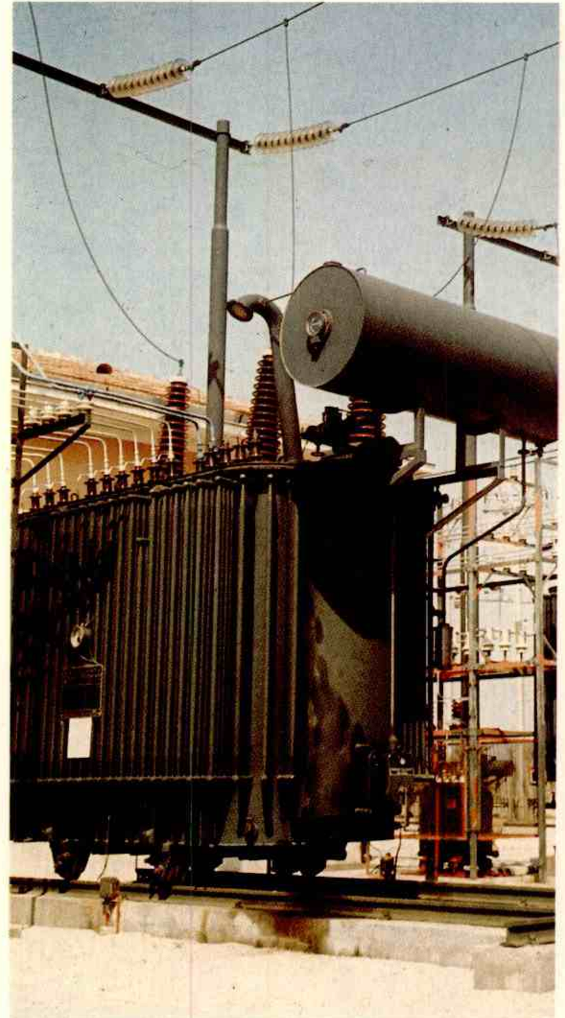
وقد رأينا سابقا أن نقل الطاقة الكهربائية يتم بواسطة حبال عارية، إلاّ أنه في بعض الحالات الخاصة، تستعمل الحبال الكهربائية الباهظة الثمن. وهذه الأخيرة تكون ضرورية لنقل التيار الجهد العالي عبر البحار وكذلك لنقل التيار المتوسط عبر الاماكن الآهلة بالسكان وذلك لأسباب أمنية أو جمالية أحيانا. ويختلف الحبل الكهربائي عن الحبل العاري بكونه ملفوفا في موادّ عازلة مصنوعة من الورق المبلّل بالزيت، ومن المطاط ومادّة لدنة بالحرارة أو الغاز المضغوط وتختلف الطبقات العازلة حسب اختلاف الجهود الكهربائية التي تخترقها. فكلما كان جهد التيار عاليا كلما كانت الطبقة العازلة أكثر متانة وسمكا. ولوضع الحبال، يمكن دفنها تحت سطح الأرض حيث تقيها أنابيب من الآجر أو الاسمنت، كما يمكن وضعها عالية في الهواء، في حالة المنشآت الصناعية والكهربائية وغيرها.

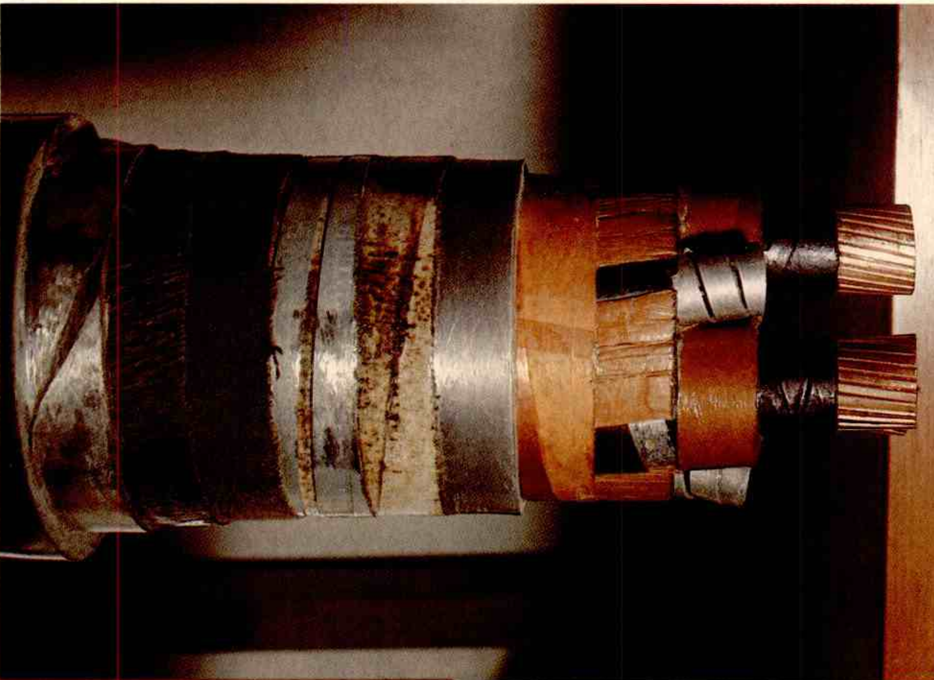
وتحتاج الخطوط الكهربائية الى صيانة دائمة لكي تحافظ على فعاليتها. إذ لابد من القيام بعمليات تفقد وتفتيش مستمرة خاصة بالنسبة للموادّ العازلة والموصّلات ودعائمها ليتأتى التدخل السريع في بداية الأعطاب قبل أن تستفحل، وبطبيعة الحال، فهناك اختصاصيون وعمال تقتصر مهمتهم على هذه الصيانة والمراقبة المتواصلة.

أسفله : محوّل يقوم بتحويل التيار الكهربائي حسب الحاجيات.

في الرسم جانبه : مختلف أنواع الحبال المستعملة لنقل التيار : 1 و 3 : الحبال حبال تحأرضية معزولة بالزيت أو البلاستيك ؛ 2 . خيوط هوائية ؛ عارية ؛ 4 . حبل مغطّى بمادة نسيجية تنقل التيار الى محطات محليّة حيث يوزّع منها على البيوت بواسطة حبل مغطى بالرصاص أو الالمنيوم (5).







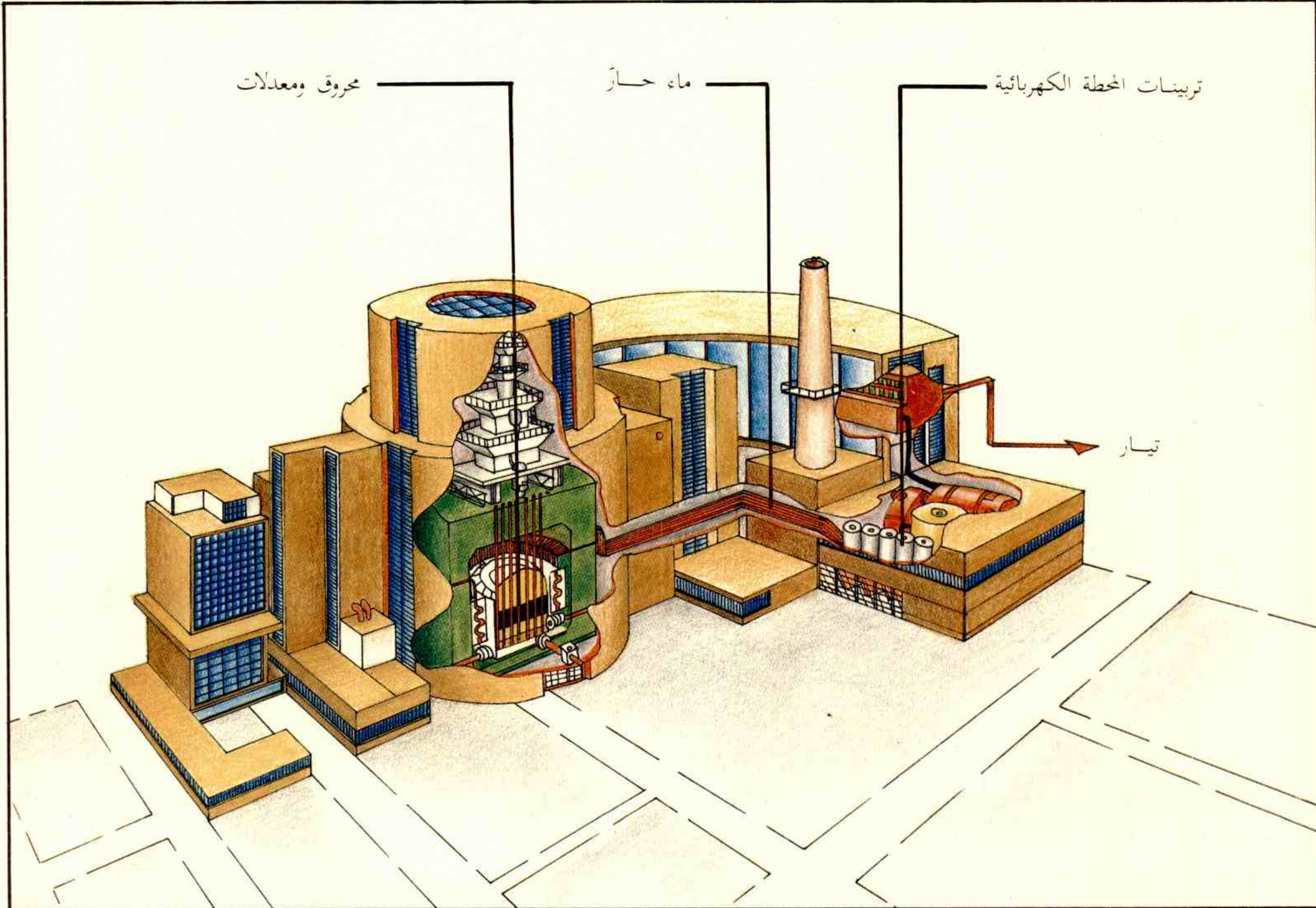
المفاعلات النوويّة

إن **المفاعل النووي** الذي يعرف عادة بـ**البطارية النووية** جهاز تيكنولوجي يتم فيه التفاعل المسلسل للمحروق النووي وتستخرج منه الطاقة الحرارية على شكل بخار، لتستعمل في تشغيل التربينات التي تحولها الى طاقة نووية.

والعناصر الأساسية المكونة لمفاعل نووي هي على التوالي: المادة الشطورة أو **القابلة للانشطار** أو **المحروق** و**المعدّل** و**العاكس** و**قضيب المراقبة** و**الشاشة** و**المبرّد**.

ويتكوّن المحروق أو المادة الشطورة عادة من الأورانيوم الزائد المركّبات، الذي يكون في حالته الطبيعية على ثلاثة أشكال مختلفة ذات وزن ذرّي متساو وعدد كتلة مختلف، وتسمى مثل هذه المادة بالشطورة لأنها قابلة لتحمل الانشطار الذرّي، أي السيرورة المسلسلة التي تؤدي الى انقسام الذرة الى جزئين وبالتالي الى انتاج كمية هائلة من الحرارة المستعملة لأغراض طاقية، وعن طريق

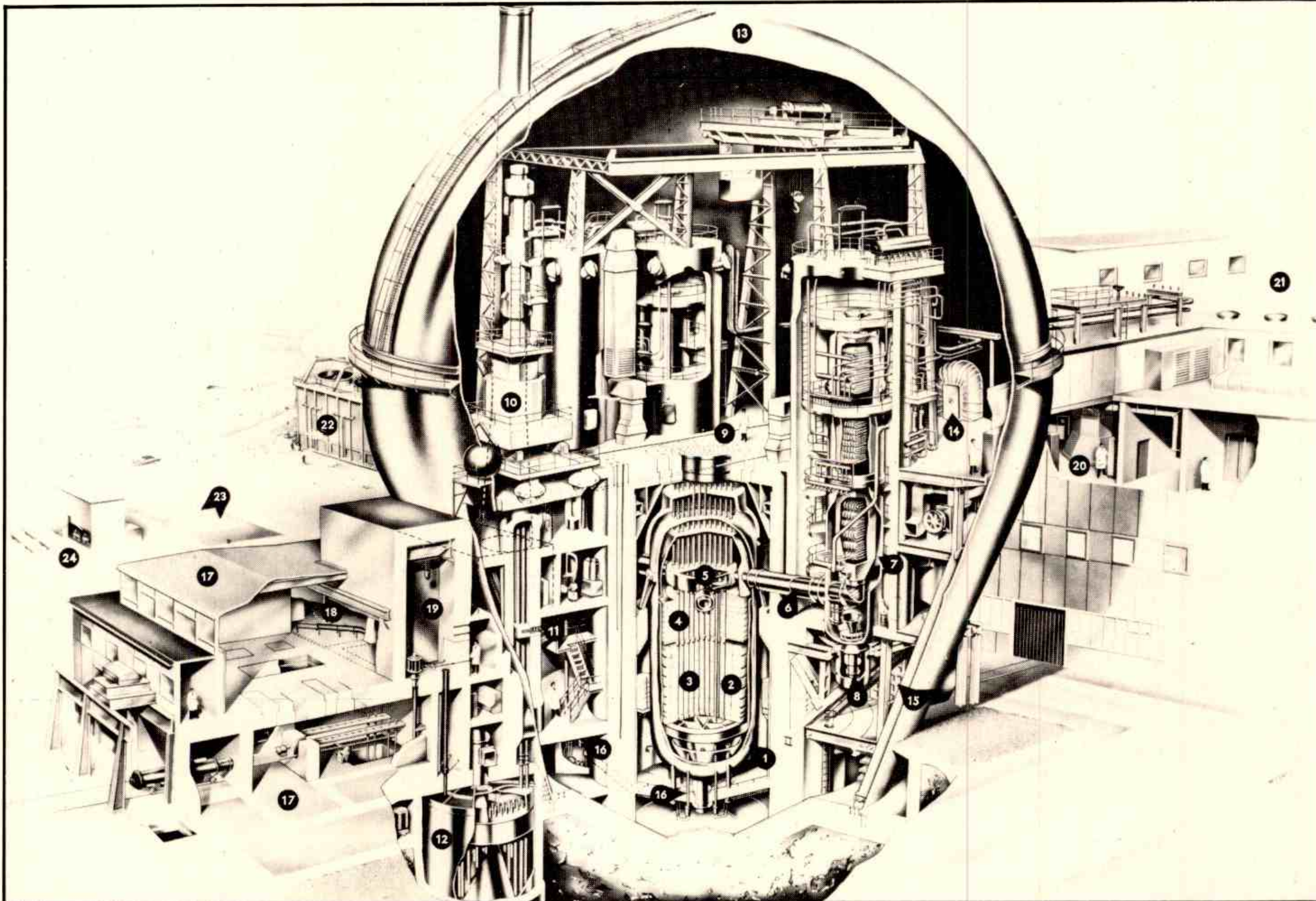
محطة نووية تقوم على التفاعل المسلسل لذرات الأورانيوم . وتولد طاقة هائلة ذات استعمالات كثيرة ومردودية اقتصادية هامة . إلا أنها غاية في الطورة في حالات وقوع حوادث نووية . ولتفادي ذلك ، تجهز هذه المحطات بنظام أمني جد معقد .
في الرسم : رسم لمقطع محطة نووية .



الانشطار الذرّي، يتحول الأورانيوم الى باريوم (معدن فضي) قابل لأن يعاد استعماله كمحروق، ويحضّر المحروق عادة على شكل أقراص أو قضبان ويوضع في أغلفة واقية ثم يدرج في نواة المفاعل. وأثناء عملية الانشطار الذّري، يجب الحرص على مراقبة التفاعل المسلسل باستمرار لتفادي السرعة المفرطة التي تتخذها النوترونات فيُؤدي انقسام الذّرة الى انفجار نووي بتحول التفاعل الى قنبلة ذرية. ولتجنب هذا الخطر يزود المفاعل بمعدِّلات تجعل النوترونات تقلّص تدريجيا من سرعتها. وتقوم المعدّلات فضلا عن ذلك بدور الحفاظ داخل الذّرة على عدد قارّ من النوترونات أثناء دورة الاحتراق، تفاديا لتوقّف التفاعل في حالة نقصان النوترونات، ولخطر انفجار نووي في حالة تضاعفها. أما العاكس فيستعمل للحدّ من ضياع النوترونات المفرط والمحتمل عبر جدار النواة. وتكون هذه الأخيرة في الغالب مكوّنة من الغرافيت أو البيريل (الزّمرّد المصري) وتلف نواة المولّد والمادة المستعملة كمعدل.

وتقوم قضبان الضبط عند الحاجة بوقف التفاعلات المسلسلة، وهي مكوّنة من موادّ خاصة كالبورون والكَدْميوم والسلتيوم (الهَفْنيوم)، وهي موادّ ذات قدرة

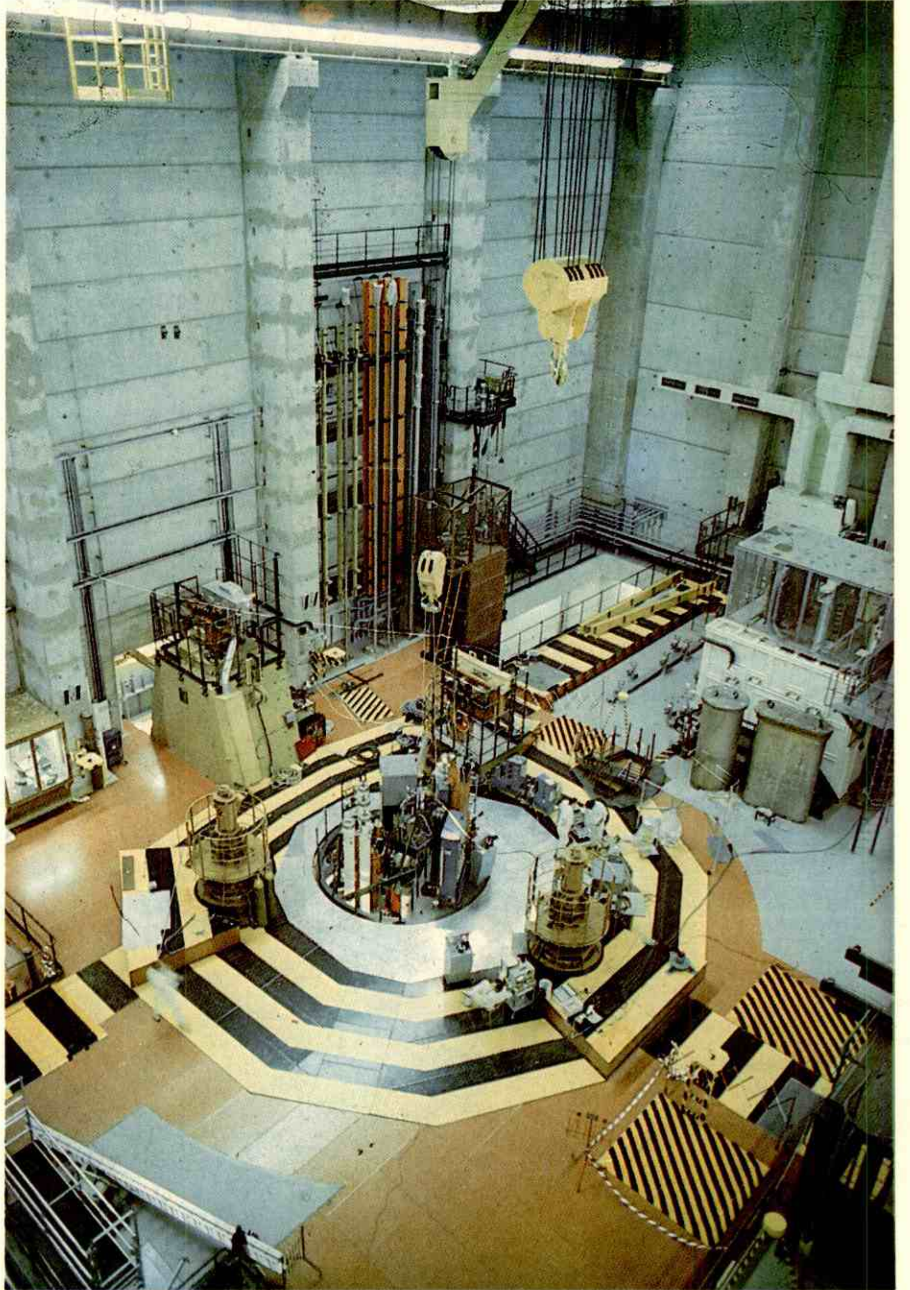
المفاعـل النــووي (Advanced Gascooled Peacter A.R.G)ويعمل بمادة شطورة وهي ثاني أوكسيد الأورانيوم، ويقوم فيه الغاز الكربوني بنقل حرارة تتراوح درجاتها ما بين 500 و 575 درجة مائوية. وهو نموذج يستعمل نظام مفاعل يبرد بالغاز .وهو يشتمل أساسا على العناصر التالية: 1. صندوق كبير؛ 2. معدل الغرافيت. 3. قنوات المواد الشطورة؛ 4. تفليذ الوقاية من النترونات؛ 5. غرفة تفريغ الغاز. 6. قنوات نقل الغاز؛ 7. محرارة؛ 8. تجهيز ضخ الغاز. 9. دارات استبدال المواد الشطورة. 10. أنظمة تجديد المادة الشطورة؛ 11. مستودع الخزن المؤقت للمادة الشطورة المستعملة. 12. ناعورة نقل المادة الشطورة المستهلكة؛ 13.غرفة المفاعل وهي من الفولاذ؛ 14. منخل دخول العاملين؛ 15. منخل إدخال المواد؛ 16. دارات التجارب؛ 17. بناية لخزن المواد الشطورة الجديدة. 18. معمل تحضير عناصر المادة الشطورة. 19. خلية تفكيك عناصر المادة الشطورة. 20 .غرفة المراقبة؛ 21 . غرفة التربينات؛ 22. أبراج التبريد غ 24. أجهزة معالجة الحمض الكاربوني وانهيدريد الكاربون.



فائقة في امتصاص النوترونات. ويتم إدراج القضبان كليّة في نواة المفاعل وتخرج ببطء عند انطلاق التفاعل المسلسل ثم يعاد إقحامها ثانية عندما يتعرض المفاعل الى عوائق ظرفية كخلل في عمله أو تلوث في المحروق مثلا، وأثناء سيرورة الاحتراق النووي، تتطور في الاطراف المجاورة مباشرة من المنشآت اشعاعات كثيرة، كأشعة غاما والنوترونات والدقائق الأولية المتعادلة وغيرها، ولتجنب ذلك، يجب تفليذ المحطات بموادّ من شأنها امتصاص أو تخفيف مثل هذه الاشعاعات لجعلها دون مستوى الكمية التي قد يتحملها جسم الانسان، ويحاط المفاعل بظهرية من الاسمنت المسلح تشتمل كذلك على موادّ شديدة الامتصاص كالبورون والرصاص والألمنيوم ولها احيانا سمك يتجاوز عدة أمتار. ومن الاحتراق النووي الذي يختزن كمية كبيرة من الحرارة، تستخلص الطاقة الحرارية بواسطة سوائل مبرّدة من بينها الغاز والماء. ويتم إدخال الغاز المبرّد من أسفل النواة على حرارة تبلغ 200 درجة مئوية، ويقوم بملامسة قضبان المحروق ثم يخرج من أعلى ليرسل بعد ذلك الى المِحرار (مبادل الحرارة) عند حرارة تصل حوالي 400 درجة مئوية. ويقوم المحرار بتحويل الغاز المسخّن الى بخار يرسل فيما بعد الى التربينات. وفي حالة استعمال الماء، يتم ادخاله عند قعر النوة حيث يبدأ مباشرة في الغليان، ومن هناك تتم تقنيته في مجمّعات تستخلص منه البخار. وللماء سلبية تتمثل في الامتصاص الجزئي للاشعاعات، ولذلك يجب توليده من جديد، وبعد أن تنتهي سيرورة انشطار المحروق النووي، أي الاورانيوم، يسحب من النواة ليُدخل في أحواض كبيرة حيث يودع عدة أيام لتقليص نشاطه الاشعاعي. وهكذا يتحول الأورانيوم الى بلوتونيوم، وهو عنصر يحتوي على نسبة قليلة من النشاط الاشعاعي، وتحفظ نفايات البلوتونيوم في براميل من رصاص وتخزن في مزابل خاصة مسموح باستعمالها لهذا الغرض. وقد أجريت دراسات تكنولوجية حديثة، أظهرت إمكانية إنشاء مفاعلات جديدة تحوّل المحروق الاصلي الى مادّة شطورة أخرى.

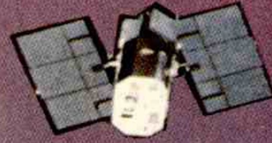
وأثناء الاحتراق النووي، وبعده عند سيرورة التبريد، يمكن أن تنتج داخل المنشآت بخارات اشعاعية النشاط تفرّغ في الأجواء، ولذلك، يتم تزويد المحطات النووية بمراكز ارصادية لدراسة الرياح مما يساعد على تفادي نقل تلك البخارات الى الأماكن الحضرية أو ذات الكثافة السكانية. ولهذا السبب كذلك تقام المحطات النووية في المناطق المعزولة.

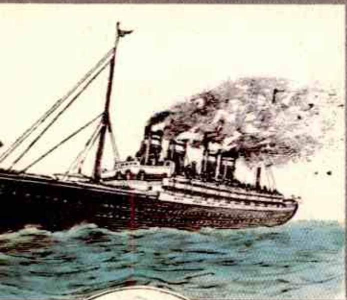
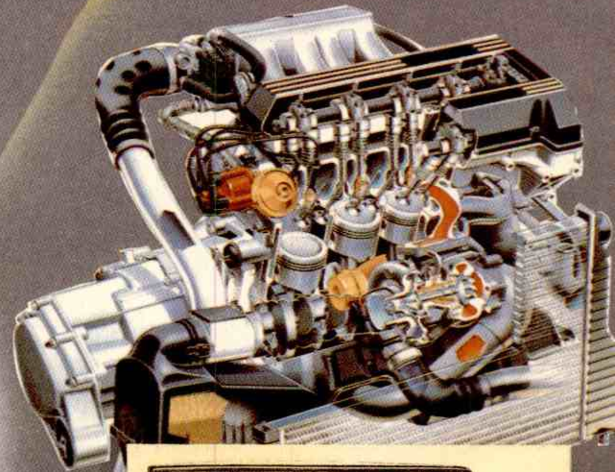


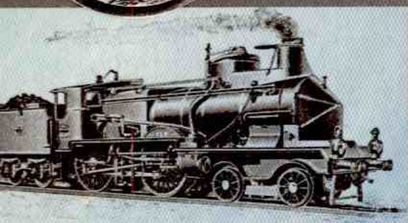
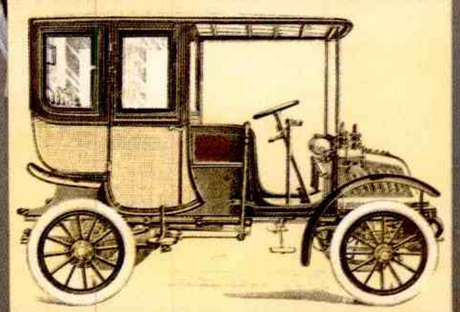


أعلاه : محطة نووية بأفوان في منطقة شينون بفرنسا .
جانبه : محطة شينون ؛ منظر من الداخل

الانسان والآلة

الآلة البخارية

ينص أول مبدأ للديناميكا (أو مبدأ السكون) على ما يلي:

«إن كل جسم يميل الى الاحتفاظ بحالة السكون أو الحركة المستقيمة الى ان تتدخل قوى خارجية لتغير من تلك الحالة».

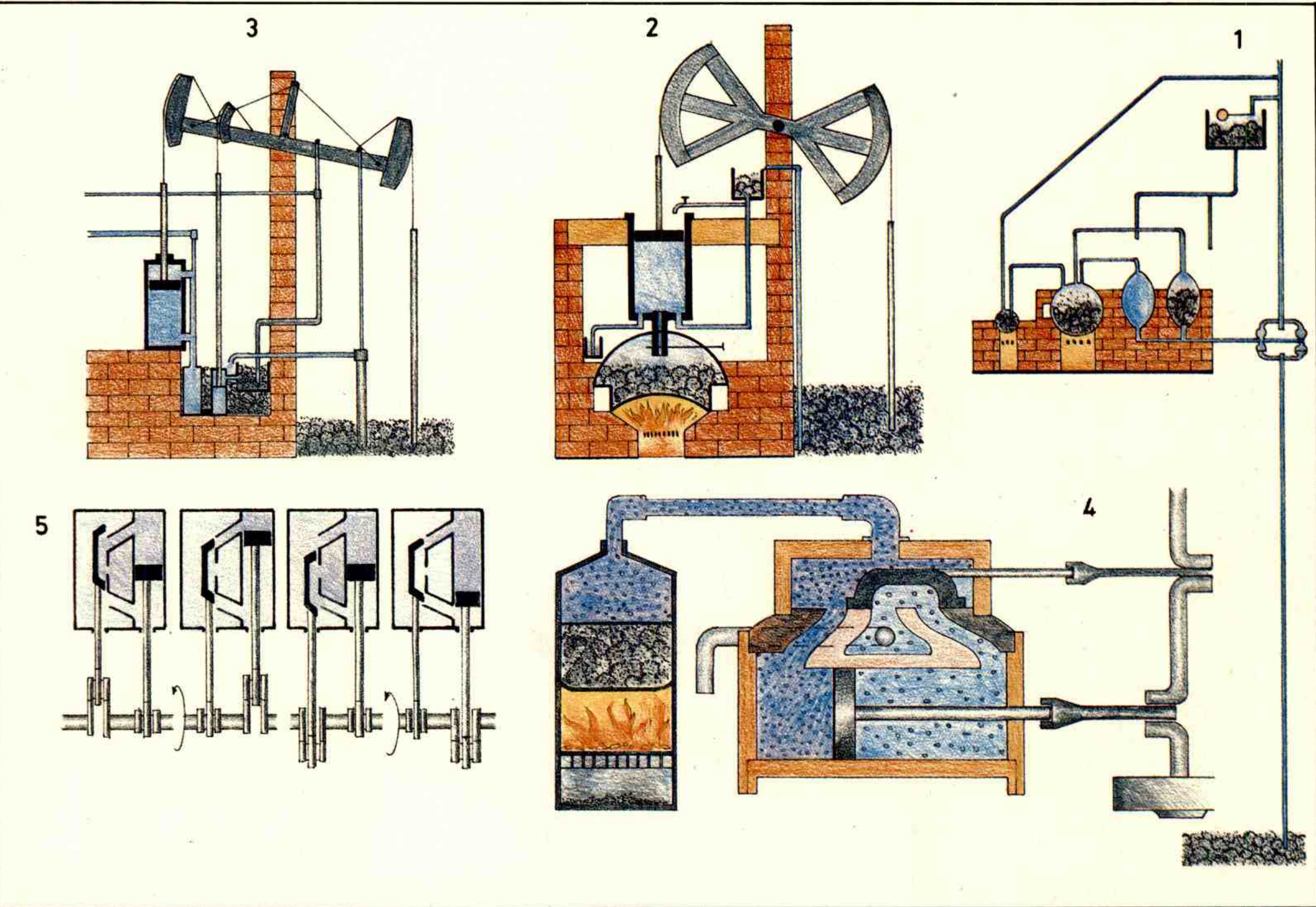
فإذا قذفنا بحجر، فسوف يتبع في مسيرته خطا مستقيما لمدّة زمنية معينة الى ان ترغمه قوة الجاذبية على السقوط على الأرض. ويتجلى مبدأ السكون كذلك عندما نريد نقل جسم ما: فهو يميل الى البقاء ساكنا أي مقاوما للقوة التي نستعملها لرفعه أو زحزحته، الى أن تتغلب هذه القوة على سكونه فيرضخ لها ويتحرك. ونستخلص من مثل هذه الظواهر المبدأ الثاني للديناميكا وهو كالتالي:

«إن التسريع متناسب مع القوة المحركة المستعملة»

وباهتمامنا بظاهرة التسيير والدّفع يمكن ابراز المبدإ الثالث للديناميكا وهو «مبدأ الفعل وردّ الفعل» وهو كالآتي:

«لكل فعل ردّ فعل مناسب مماثل له أو معاكس»

وانطلاقا من هذا المبدإ تعمل غازات الاحتراق بضغطها (عمل) داخل غرفة الاشتعال في محرك نفاث مثيرة رد فعل مناسب (مماثل أو معاكس) يتمثل في الدفع الى الأمام بوسيلة النقل.



وقد سبق لليونارد دي فانسي (L. de Vinci) أن وضع قوانين الديناميكا هذه والتي تمثل الأسس النظرية لحركة الاجسام وبالتالي لوسائل النقل.

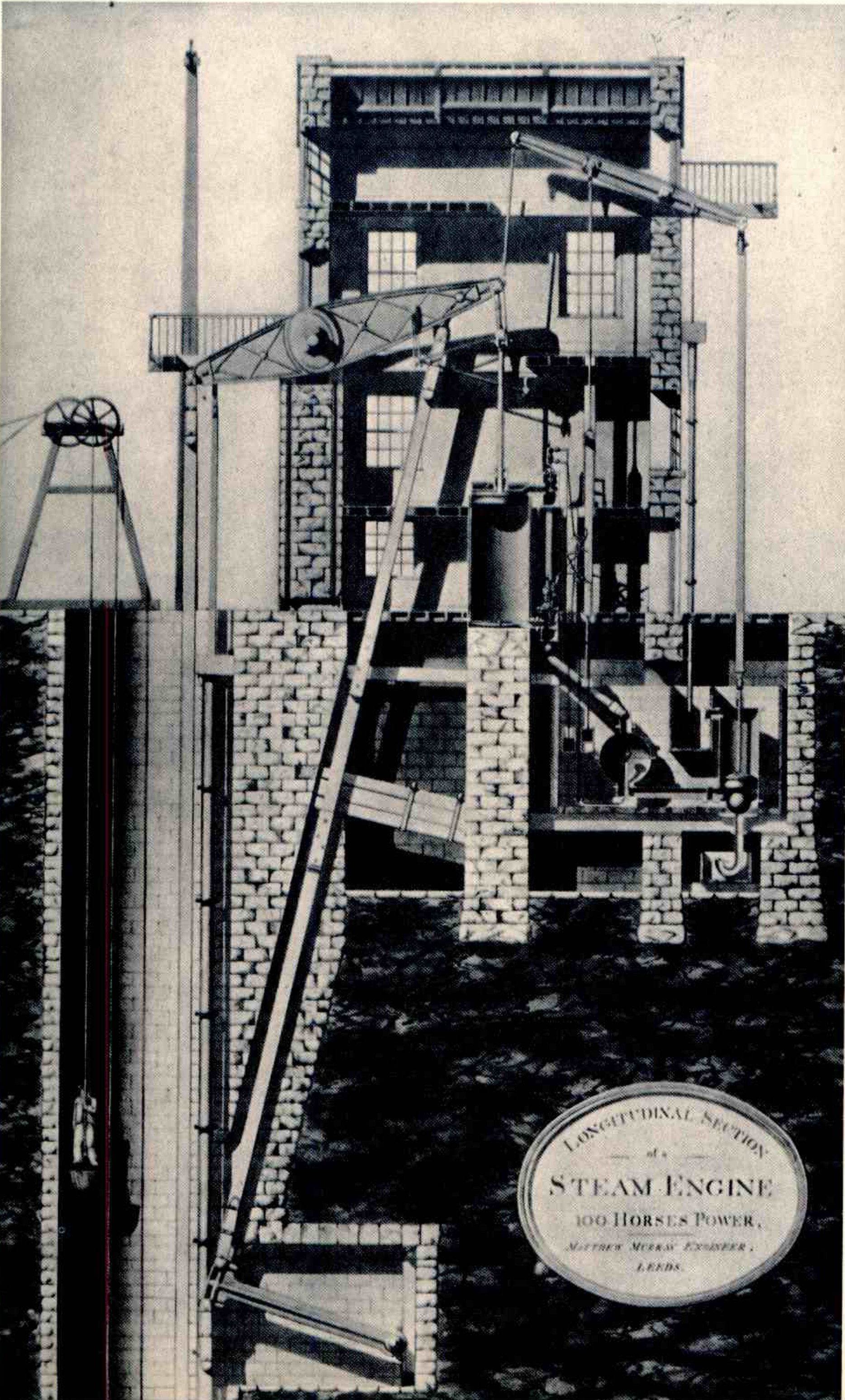
وسوف نتعرض في مقام أول للآلة البخارية.

فكلُّنا يعلم أن الماء حين يسخّن عند حرارة تبلغ مائة درجة يبدأ في الغليان، وإذا استمر تسخينه بعد ذلك فالماء والبخار يحتفظان بحرارة من مائة درجة. إلاّ أنه عند هذا المستوى تستمر الحرارة في تحويل الماء (السائل) الى بخار الماء (غاز)، وتحويل الماء الفائر إلى بخار يتطلب طاقة تفوق ست مرات الطاقة اللازمة لايصال الماء من نقطة التجمّد الى نقطة الغليان، فإنه من السهل استخلاص أن البخار يحتوي على كمية هامة من الطاقة.

وقد ظهرت أولى المحاولات لصناعة الآلات العاملة بطاقة البخار خلال القرن السادس عشر، وفيما بعد، أي سنة 1698، قام الانجليزي توماس سافري (Th. SAVERY) بإيداع براءة اختراع آلة يبرّد فيها البخار بتكثيفه في وعاء. وهكذا يتساقط الماء في الوعاء ويقوم الضغط بتصعيد الماء الى أعلى. ورغم ما يمثله هذا النظام من خطورة بالغة، فيمكن استعماله مثلا لضخّ الماء في المزارع والضيعات.

وبعد سنوات من ذلك قام انجليزي آخر، وهو توماس نيوكومان (Th. Newcomen) باختراع آلة لن تستغل سوى الجزء الأول من اختراع سافري، أي امتصاص الماء عن طريق تكثيف البخار. وفي نظامه، يصدر البخار عن مرجل مولّد للبخار ثم يدخل في جسم مضخة عمودي دافعا مكبسا نحو الاعلى. ويتم تبريد مولّد البخار بالماء لتكثيف البخار تاركا فراغا جزئيا، آنذاك يدفع الضغط الجوي المكبس نحو الأسفل. وهكذا يسقط الماء من جديد من المولّد حيث تدخل كمية جديدة من البخار وتعاد الدورة كاملة.

وخلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر اخترعت آلات بخارية أكثر فعالية بفضل انجازات جيمس واط (J. WATT) الذي أدرك النقطة التي تضيع فيها الحرارة في نظام التسخين والتبريد المتعاقب داخل مولّد البخار. وهكذا أقلع عن تكثيف البخار في المولّد ليقوم بذلك داخل مكثّف معزول. وهكذا تم اختراع الآلة البخارية ذات المفعول المزدوج المعروفة حاليا بالمحرّك التعاقبي الذي تم إيداع براءة اختراعه سنة 1782. وفي هذه الآلة يكون جزءا مولّد البخار الأسطواني (أي الأعلى



الرسم 1: آلة سافري SAVERY البخارية (1702): يكثف البخار تعاقبيا في (أ) و (ب) مع ماء الخزان (ج). ويتم امتصاص الفراغ الحاصل داخل الأنبوب (د).

ويزود المرجل الكبير (هـ) من المرجل الصغير (و).

الرسم رقم 2: آلة نيوكومن NEWCOMEN (1712): يرتفع المكبس تحت ضغط البخار وثقل العصا (أ) ثم ينزل تحت ضغط الهواء).

الرسم 3: محرك واط WATT البسيط (1788) حيث يكثف البخار في (أ) . الرسم 4: محرك ترددي : ينطلق بخار الماء من المرجل إلى غرفة التوزيع والأسطوانة حيث يقوم بتشغيل المكبس الذي يدير الساعد. الرسم 5 : محرك تعاقبي : يعمل الصمام بواسطة المحور الأساسي فيفتح ويغلق بالتناوب الاتصالات بين نصفي الأسطوانة : ويؤثر البخار تعاقبيا على جانبي المكبس.

جانبه : تجهيز معقد لتشغيل مضخة في قعر منجم للفحم.

والأسفل) مرتبطين بالمكثف. بكيفية تمكّن البخار من تحريك المكبس سواء نحو الأسفل أو نحو الأعلى.

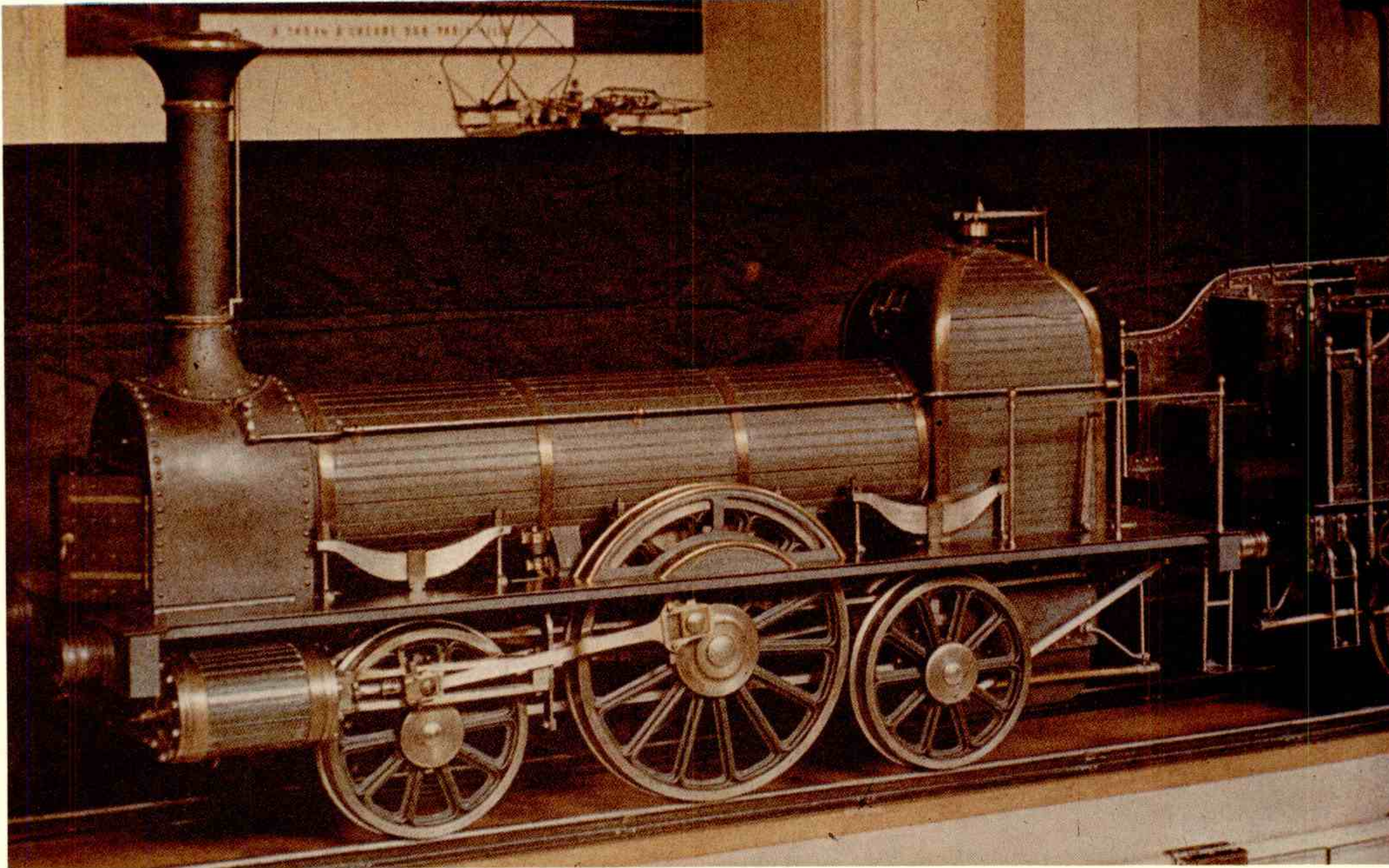
وفيما بعد، أضاف موردوش (MORDOCH) تحسينا جديدا باختراع صمامة التوزيع التي تمكن من مراقبة إرسال البخار الى المولّد وكذا اخراج بخار الانفلات.

ولنتطرق الآن بالتفصيل الى نظام المحرك التعاقبي: فهناك وصلة ذات مساكة محكمة تحول دون تسرب البخار. وهذه الوصلة (المسيكة) مثبتة في مؤخرة مولّد البخار عند الجزء الذي يمر منه المكبس. ولهذا الأخير ساق ذات رأس صليبيّ تتصل بالساعد الذي يبقى المكبس مستقيما عند تنقله ما بين مقودين. ويتصل الطرف الثاني من الساعد بالمدَوِّر عند شجرة المحرّك:

فعندما يتحرك الساعد يدير الشجرة ويجر المقود. وبمرور البخار من المرجل الى غرفة التوزيع الموجودة على جانب المولّد، يتم ضبط إرساله الى المولّد بواسطة صمام التوزيع المتنقّل نحو الامام والخلف من خلال ساق متصلة بدورها بكامة عند محور مكوّع. وبداخل غرفة التوزيع يضغط البخار على الصمام إزاء جانب المولّد للحيلولة دون انفلات البخار. ولمضاعفة قوة المحرّك، يمكن استعمال عدة اسطوانات (مولّدات)؛ وبهذه الطريقة، حين تستعمل اسطوانتان، يؤدي البخار عمله في البداية داخل الاسطوانة الأولى ذات الضغط العالي ثم بعد ذلك داخل الأسطوانة الثانية ذات الضغط المنخفض. وعند توفّر ثلاث أسطوانات ينتقل البخار تعاقبيا من الاسطوانة ذات الضغط العالي الى اسطوانة ذات ضغط متوسّط واخيرا الى الأسطوانة ذات الضغط المنخفض. وتعرف هذه الآلات على التوالي بمحرك التمدّد المركّب ومحرك التمدّد الثلاثي.

وفيما بعد، أمكن تكييف الآلة البخارية مع آلات النقل، ففي سنة 1825، صنع جورج ستيفنسون (.G STEPHENSON) القاطرة البخارية للنقل على الخط الحديدي الرابط بين ستوكتون ودارينغتون بانجلترا. واستمر استعمال آلة البخار للنقل على السكك الحديدية طوال سنوات عديدة. وهي آلة مكيفة مع المسافات الطويلة لكنها جد بطيئة في اتخاذ السرعة كما يلزم وقت طويل لتحويل الماء البارد الى بخار. ولهذه الأسباب سوف تظهر فيما بعد القاطرات الكهربائية وبعدها قاطرات محرك الديزل.

أسفل : نموذج لقاطرة البخار روكيت « Rocket » وهي من اختراع ستيفنسون Stephenson بفرنسا حيث تم استعمالها .



المحرّكات

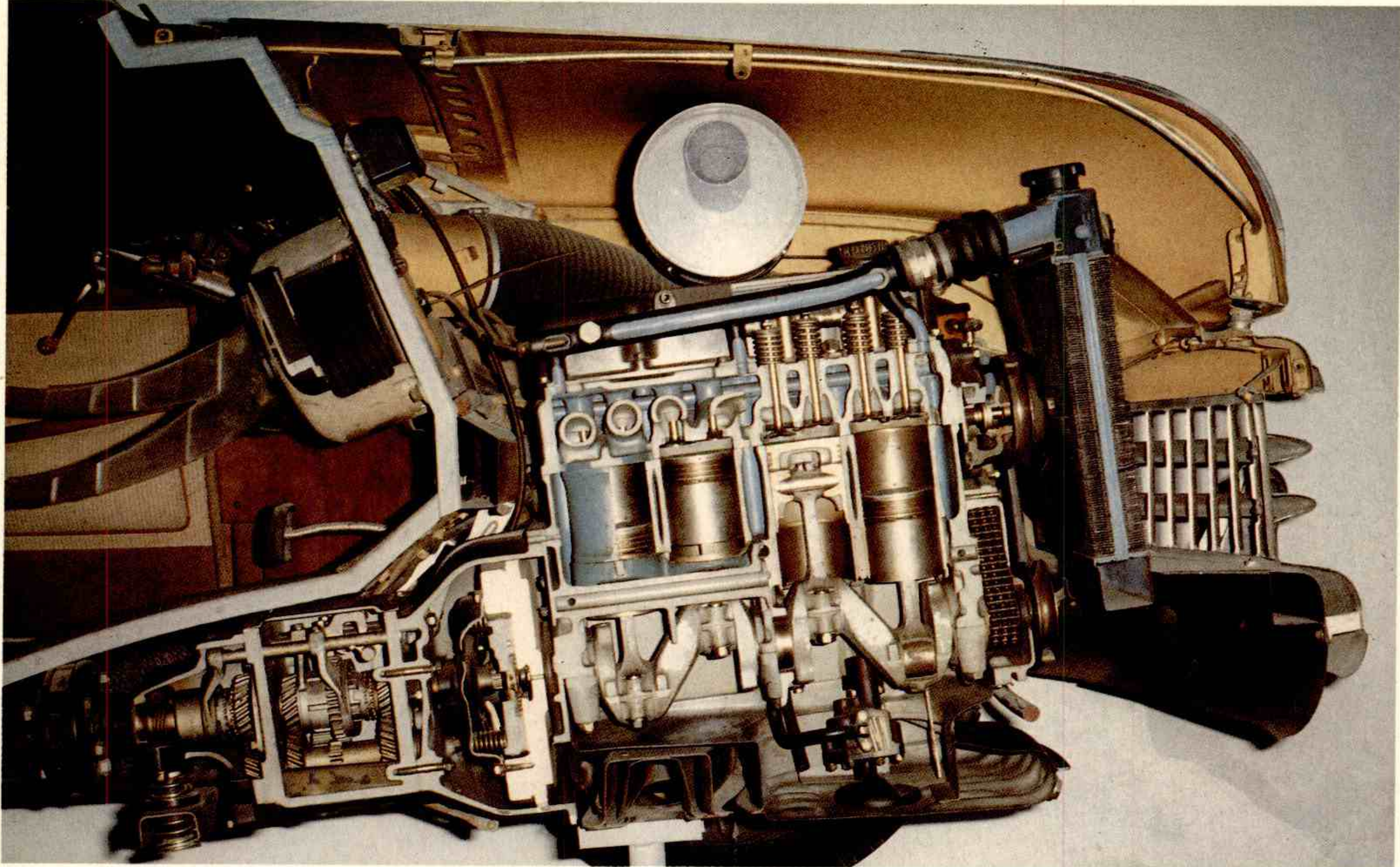
المحرك الانفجاري

تتميز محرّكات الاحتراق عن الآلة البخارية بتبديدها لأقل كمية من الحرارة نظرا لاحتراق الوقود في الاسطوانة. وفضلا عن ذلك فهي تتوفر على نفس القوة مع تقليص في الحجم.

وفي أغلب الحالات، يعمل المحرّك الانفجاري تبعا لدورة من أربع مراحل. فالاسطوانة الثقيلة (المقود) تحافظ على حركة المكبس حتى في الفترات السلبية أي حين لا يقع الانفجار.

ويتنقّل المكبس نحو الأعلى والأسفل بين طرفي الأسطوانة (مسيرة المكبس) منجزا دورة من أربع مراحل: فخلال المرحلة الأولى ينزل المكبس نحو النقطة السفلى ويمتصّ خليط الهواء وروح الوقود (الامتصاص)، وأثناء المرحلة الثانية ينضغط المزيج تحت المكبس الصاعد نحو أعلى طرف (الانضغاط)؛ أما في المرحلة الثالثة فالشمعة ترسل شرارة يفجر المزيج على إثرها. ويقوم الضغط الناتج آنذاك بدفع المكبس نحو الاسفل (الانفجار)، وأخيرا تشهد المرحلة الرابعة صعود المكبس الذي يفرغ الغازات المحروقة (الانفلات). وتعدّ المرحلة الثالثة بمثابة فترة نشاط المكبس

يتكون المحرك الانفجاري من عدة آلات ذات نظام معقد. ويرتكز عملها على حركة المكابس في الأسطوانات حيث تنقل حركة السواعد إلى العجلات. وهناك محركات انفجارية ثنائية وأخرى رباعية (الرسم أسفله).



أثناء الانفجار، إذ يتلقى خلالها دفعة قوية نحو الأسفل حيث تنقل الحركة الى شجرة المحرك عن طريق الساعد. وبعد ذلك تنقل الحركة الدورانية الى العجلات بواسطة اعضاء النقل.

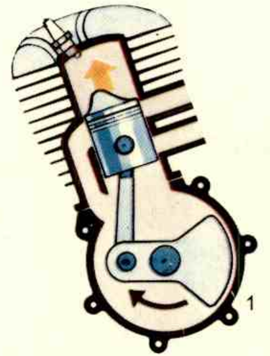
ويعرف المحرك الغازي دورة مماثلة ولكنه في الغالب يتوفر على صمامين، أحدهما للهواء والآخر للغاز، بينما محرك البنزين لا يتوفر سوى على صمام واحد. والبنزين وقود سائل يجب أن يمتزج بالهواء ويتبخر قبل أن يحترق ويثير الانفجار داخل الاسطوانة التي تدفع المكبس بعد ذلك لتحقيق التحرّك. ويحدث كل ذلك في الحارق (أو المكربن أو مفحم السيارة). ولانجاز هذه المراحل الأربع، يقوم المكبس بعدّة جولات: فإذا كانت الأربع مراحل قد تمت في أربع جولات، فإن الأمر يتعلق بمحرك ذي أربع مراحل. غير أن هناك محركات صغيرة كمحركات

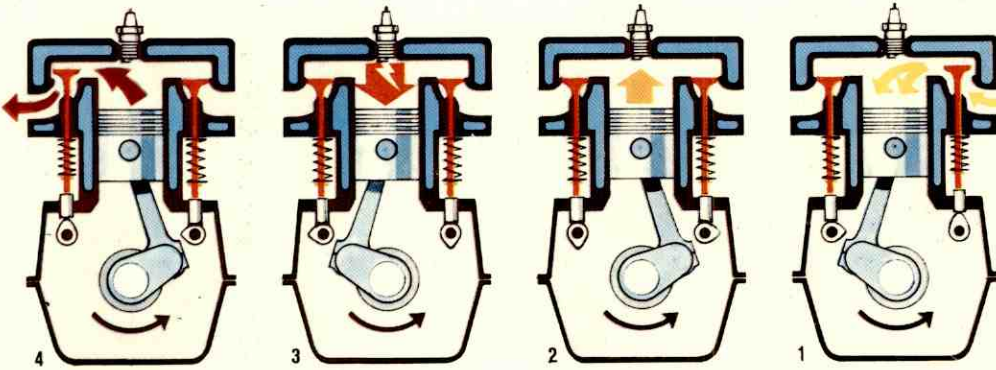
محرك ثنائي الدورة

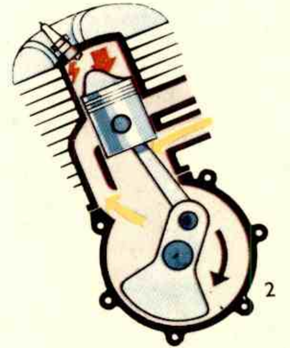
في محرك بدورتين، تتم سيرورة الدوران بحركتين من المكبس. وبالاضافة الى ثقبي الولوج والانفلات اللذين يعوّضان الصمامات، يتوفّر المحرك على قناة كسح بين الكارتر وغرفة الاحتراق. واثناء كبس الخليط (1)، يحدث ضغط في الكارتر، فيثير جلب الغاز الجديد الممتص من ثقب الادخال (2). وبعد الانفجار يهبط المكبس، فيفتح ثقب الانفلات لاخراج الغاز المستهلك. ويؤدي انفتاح ثقب الكسح وهبوط المكبس الى مرور الخليط الجديد الى الأسطوانة (3) فيطرد من هناك الغازات المحروقة بمساعدة قطعة خاصة توجد فوق المكبس تعرف بحارفة الهواء؛ آنذاك تتم مرحلة كبس جديدة.

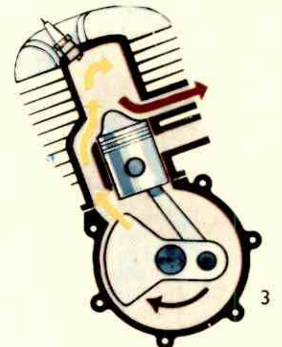
محرك رباعي الدورة

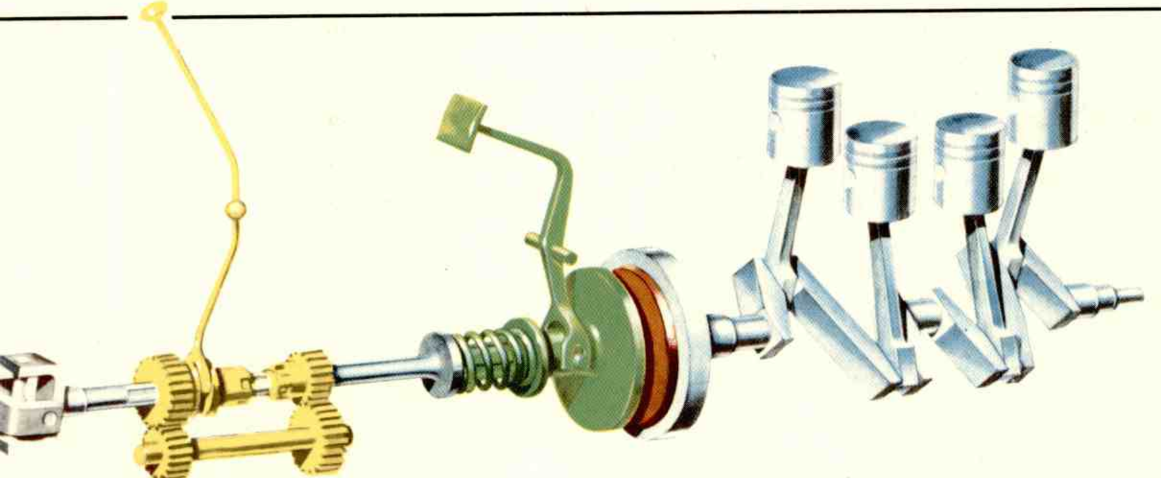
في الدورة الأولى (1) أو زمن الادخال، يمتص هبوط المكبس خليط الهواء والبنزين الذي يصل الى المفحّم عن طريق صمامة الادخال، في الدورة الثانية، (2) أو مرحلة الكبس، يُغلق الصمّامان ويقوم صعود المكبس ويكبس الخليط، آنذاك تيار شرارة شمعة الاشتعال التي تطلق الدورة الثالثة (3) أو الانفجار وهو دورة المحرك الوحيدة. وأخيرا تتم الدورة الرابعة (4) وهي مرحلة انفلات الغازات المحروقة بواسطة صعود المكبس وانفتاح مصاصة الانفلات.











ينتج عن حركة المكابس إمداد المدوّر بحركة دوران لا تُنقل كما هي إلى العجلات. ذلك أن على المحرّك أن يستمر في حركته أثناء وقوف السيارة، وعلى السيارة أن تنطلق من جديد بكل مرونة، ذلك ما يحققه الواصل، وهو عبارة عن أسطوانة مرتبطة بالمحور الأول في علبة السرعة، وهو ينطبق بالانزلاق رويدا على أسطوانة مدعمة لمقود المحرك. أما علبة السرعة فهي مجموعة من التشابيك تمكّن إما من قطع الربط بين المحرك والعجلات الخلفية أو تحقيق هذا الربط مع علاقات نقل مختلفة (السرع الثلاث أو الأربع) أو عكس اتجاه دورانها (السير الخلفي). ويوجد خلف علبة السرعة محور الكردان (المفصل المتحوّل) والترس التفاضلي.

الدراجات النارية تعمل وفق دورة بمرحلتين، أي ان المكبس لا يقوم سوى بجولتين: ففي المرحلة الأولى يتم امتصاص المزيج وكبسه، وفي نهاية المرحلة الثانية تلفظ منتوجات الاحتراق لكون محركات المرحلتين لا تحتاج الى صمامات. وهي أقل قوة ولكن اكثر بساطة من المحركات الأولى، وتمكن من تسيير منتظم للمحركات ذات الأسطوانة الوحيدة.

وتتم دورة الأربع مراحل داخل محركات البنزين حوالي ألفي مرّة في الدقيقة، ولكن هذه السرعة الفائقة تجعل المحرك يسخن بشدة حيث يجب أن تبرد الأسطوانة باستمرار. ويتم تبريد المحرك بالماء الذي يدور في بنية تحيط بالأسطوانة، أو بواسطة الهواء باستعمال جُنيْحات تتيح تبريداً واسعا وسريعا.

المحرّك الدّائر

في مجال الاحتراق البيضوي الشكل (الساكن)، يقوم مكبس مثلث (الدّوّار) بالدوران لتحديد ثلاث غرف مختلفة الحجم والسعة وذلك دون توقف. ويضمّ الدوّار تشبيكا داخليًا ينشبك باستمرار على مسنّنة يحملها المحور وهكذا ينجز الدّوّار حركتين في نفس الدورة: فهو يدور حول مركزه، الذي يرسم بدوره دائرة حول مركز المسنّنة (=أصغر العجلات المسنّنة) ويعمل المحرّك ذو المكبس الدائر بأربع دورات ويشتمل عوض الصمامات، على أشعة الضغط والادخال والانفلات.

وتقوم قمتا الدوّار دائما برسم حدود الغرفة. فإذا تتبعنا احدى الغرف الثلاث انطلاقا من ضوء الادخال، نشاهدها في البداية وهي تكبر (فترة الادخال) ثم تصير أصغر حجما (مرحلة الكبس) بحيث تتقلص الى أقصى الحدود أمام شمعة الاشتعال. ويستمر الانفجار (الفترة المحرّكة) في سحب الدوار الى أن تقذف الغازات المحروقة بفعل إشعاع الانفلات.

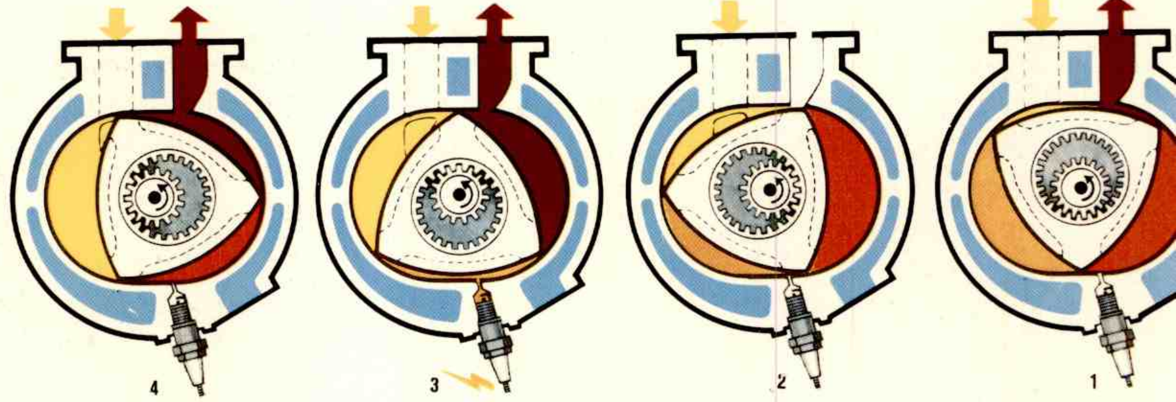
مدلول الألوان في رسوم المحرك ذي المكبس الدائر

1. **الأحمر**: انفجار الغاز. **البرتقالي**: انكباس الغاز. **الداكن**: تفريغ الغازات المستهلكة وبداية امتصاص الغازات الجديدة (**بالاصفر**).

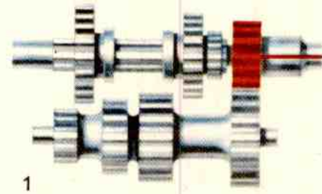
2. **الأحمر**: انتهاء دورة المحرك وقرب انفتاح ضوء الانفلات. **الأصفر**: زيادة امتصاص الغاز الجديد. **البرتقالي**: تضاعف انكباس الغاز.

3. **البرتقالي**: أمام الشمعة، يوشك الغاز المكبوس على الانفجار. **الداكن**: انطلاق ضوء الانفجار وبداية تفريغ الغاز المستهلك. **الاصفر**: امتصاص الغاز الجديد إلى أقصى سعته.

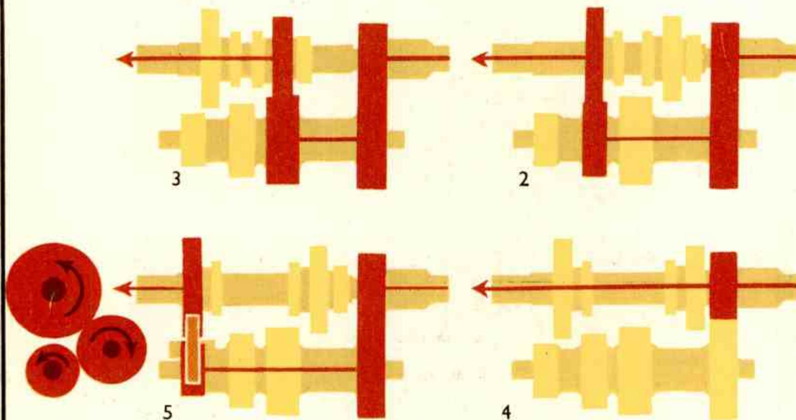
4. **الأحمر**: انفجار الغاز المكبوس. **الاصفر**: انغلاق ضوء الادخال ليتم كبس الغاز الجديد بدوره. **الداكن**: تفريغ أكبر قدر من الغازات المستهلكة ثم العودة إلى وضعية الرسم 1.

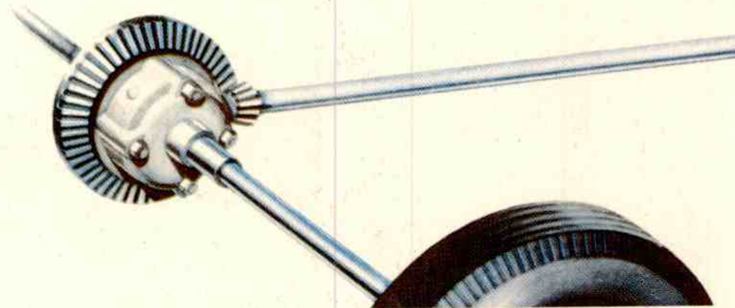


تغيير السرعـة

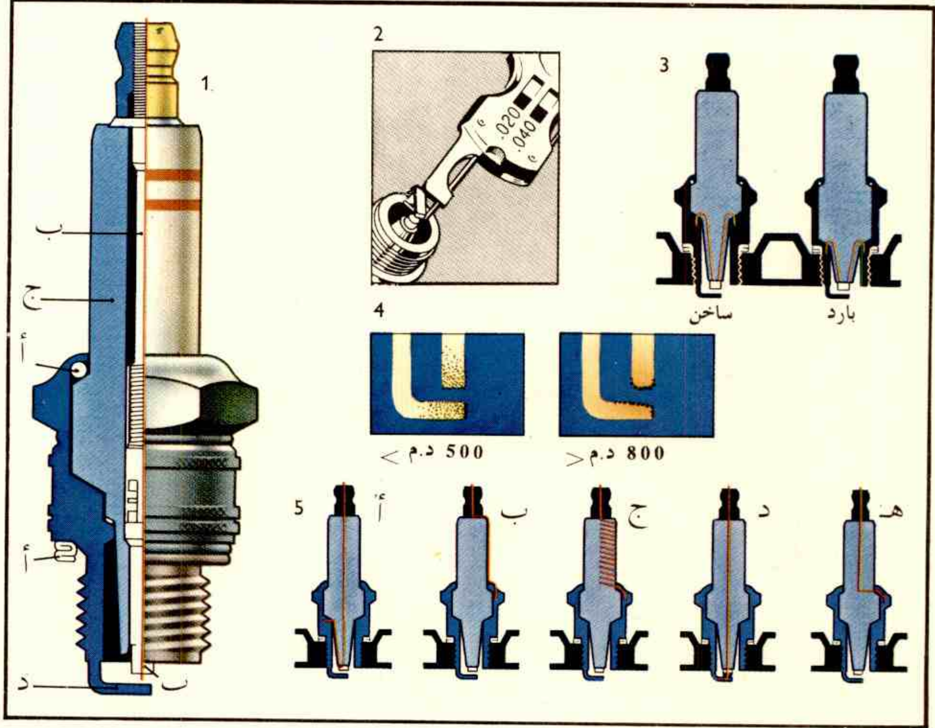


1. وضع الفصل وتوقيف الحركة: يتم الدّوران في الفراغ، وتكون تشابيك المحور الثانوي غير مدمجة (نقطة العطالة). 2. السرعة الأولى. 3. السرعة الثانية. 4. السرعة الثالثة. 5. السير الخلفي. بفضل تشبيك إضافي مندمج في المحور الثانوي، يتلقى محور الكاردان حركة دوران معاكسة لحركة المدوّر.

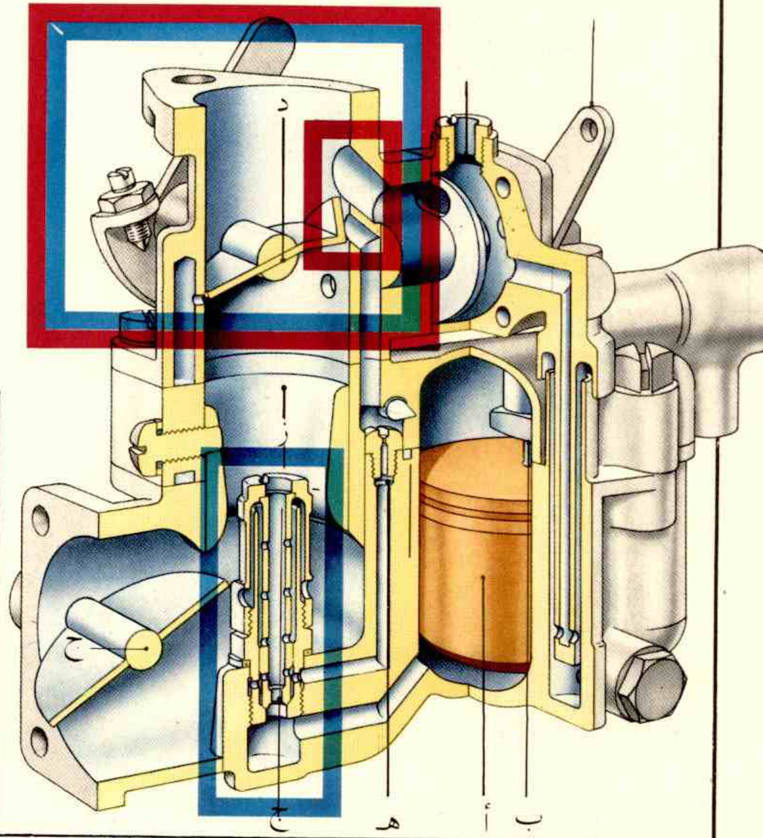




الشمعة : هي العنصر الذي يقوم بإشعال الخليط المتفجر المكون من الهواء وبخار البنزين والذي ينفذ إلى أساطين المحرك . وتكون الشمعة ملولبة في المغلاق الذي يشكل الجزء الأعلى من الكرتر . وهي تتألف أساسا من قطبين كهربائيين أحدهما هو العقب الملولب في المغلاق والثاني عبارة عن قطعة معدنية تخترق عازلا مركزيا من الخزف .



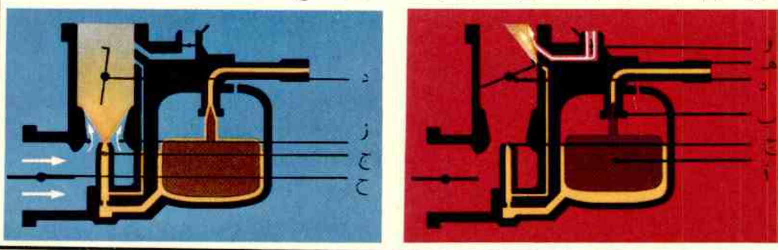
وتنبجس الشرارة التي تثير الاشعال ، ما بين القطبين اللذين يكون الفصل بينهما مضبوطا بدقة .
في الرسوم : 1. شمعة بمقطع لنصفها :
أ. وصلة المساكة – ب . قطب مركزي ؛ ج . عازل من الخزف بخصائص كهربائية سكونية متميزة ؛ د . قطب كهربائي للكثافة ؛ 2. يتغير الفصل بين القطبين حسب نوعية المحرك ، من 0،4 مم إلى 0،8 مم . ويضبط بواسطة معيار خاص بالشموع؛ 3 . هناك عدة أنواع من درجات حرارة التسيير : ففي شمعة من النوع الساخن ، يكون السطح المعزول والمعرض لحرارة الأسطوانة أكبر مما هو عليه في شمعة باردة . وتستعمل شمعة مشتعلة في محرك تكون حرارة عمله منخفضة نسبيا . 4. إن درجة حرارة القطب الكهربائي غاية في الأهمية : فإذا كانت جد منخفضة ، يتكون رسوب مفحم؛ وإذا كانت جد مرتفعة يذوب المعدن في بعض نقطه . 5. اضطرابات : أ . توسيخ برسوب فحمي عند حافة العازل ؛ ب . تلف العازل الباطني بسبب الرطوبة ؛ ج. صدع مجهري في العازل ؛ د . تسرب الفحم بين القطبين ؛ هـ. شق العازل ؛ ويبين الخط الأحمر الطريق الذي يمر منها التيار نحو قطب الكثافة دون المرور بالقطب المركزي . يستعمل المفحم في المحركات لمزج الهواء والبنزين بواسطة مضخة . ويضم الحوض عوامة تحافظ على استقرار مستوى الوقود . ويتألف المفحم البسيط من نضاحتين وجهاز استعادة ثم مطلق يستعمل للاقلاع عند برود المحرك باغناء المزيج . وعند الدوس على المسرع ، يفتح السائق الحزقة المجنحة المتحركة الخاصة بالغازات لمضاعفة مرور مزيج الهواء والبنزين للحصول على المزيد من السرعة . وهناك أيضا مفحمات بجسمين تتوفر على غرفتين للتفحيم تزود كل منهما نصف الأسطوانات .



2. مقطع لمفحم بسيط . وتبين الحروف نفس الأجزاء المبينة في الرسمين 1 و 2 . ونلاحظ أن عمله أكثر تعقيدا ، ذلك أن هناك تجهيزا خاصا (ج) للتعويض فضلا عن توفر المفحم على نضاحة انطلاق (ح) تحكمها قطعة (ط) وتشكل بذاتها مفحما صغيرا .

رسم بياني لمفحم في وضع محرك يدور في الفراغ . تقوم العوامة (أ) المؤثرة على ابرة معيار الصبيب (ب) بالحفاظ على المستوى القار لبنزين الحوض المتصل بالنضاحة الأساسية (ج) . ويكون مصراع الغازات (د) مسدودا مع امتصاص نضاحة الابطاء (هـ) لقليل من البنزين . ويتم ضبط الخليط بواسطة تجهيز خاص (و) .

يمرر المفحم خليطا ملائما حيث يكون مصراع الغازات (د) مفتوحا على آخره ويمتص المحرك الهواء المسرع بواسطة الرذاذة (هـ) ثم يمتص بخار بنزين النضاحة (ج) . ويبقى مصراع المطلق (ز) مفتوحا ولا ينغلق إلا في حالة الاقلاع بالبارد ، لأن المحرك آنذاك يمتص كمية إضافية من البنزين خارج النضاحة .



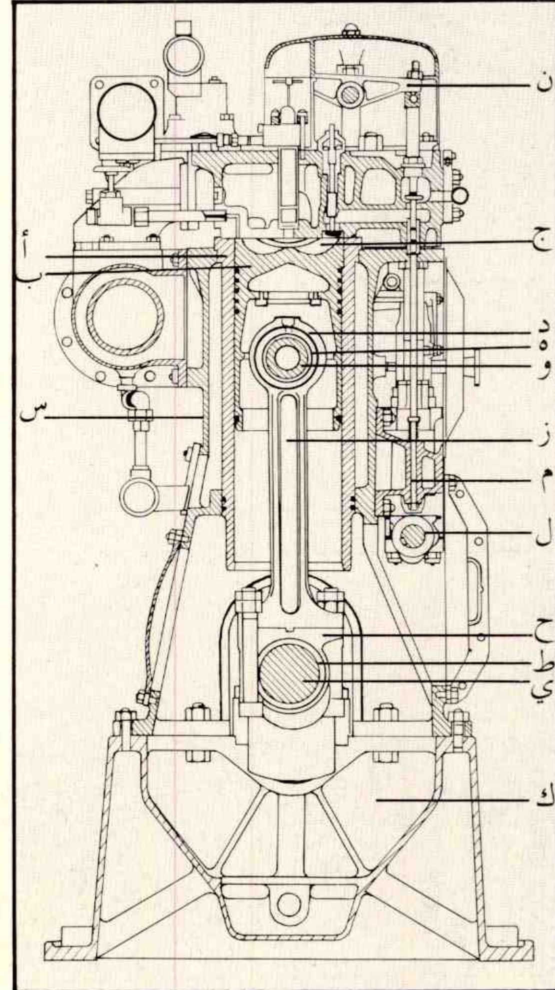
محرك الديزل:

يستمد محرك ديزل تسميته من العالم الألماني رودلف ديزل (Rudolf DIESEL) الذي قام بإيداع تبرئة اختراعه سنة 1892. ويتعلق الأمر بمحرك آخر يعمل بالاحتراق الداخلي.

في هذا المحرك، يتوقف الاشتعال على كبس الهواء دون حاجة الى وقود. فخلال المرحلة الأولى، لاتمتص الأسطوانة سوى الهواء الذي ينضغط بعد ذلك بكيفية تجعله يسخّن بشدة إذ تصل حرارته 540 درجة. وهكذا يكون الضغط قوياً جدّا، وعند انتهاء مرحلة الانضغاط

أسفله : مقطع لمحرك ديزل . أ. قميص أسطوانة ؛ ب . مكبس ؛ ج . غرفة الكبس ؛ د. رجل الساعد ؛ ه . وسيدات رجل الساعد ؛ و . محور المكبس ؛ ز . الساعد ؛ ح . رأس الساعد ؛ ط . وسيدات رأس الساعد ؛ ي . سلة المدور ؛ ك . كارتر الزيت ؛ ل . محور الكامات ؛ م . عصا دفع القلاب ؛ ن . قلاب ؛ س . كتلة المحرك .

جانبه : نموذج من محركات الديزل الأولى .



يضخ الوقود بواسطة مضخة. ونظرا لشدة حرارة الهواء، فالوقود يحترق فور ولوجه مرحلة نشاطه.

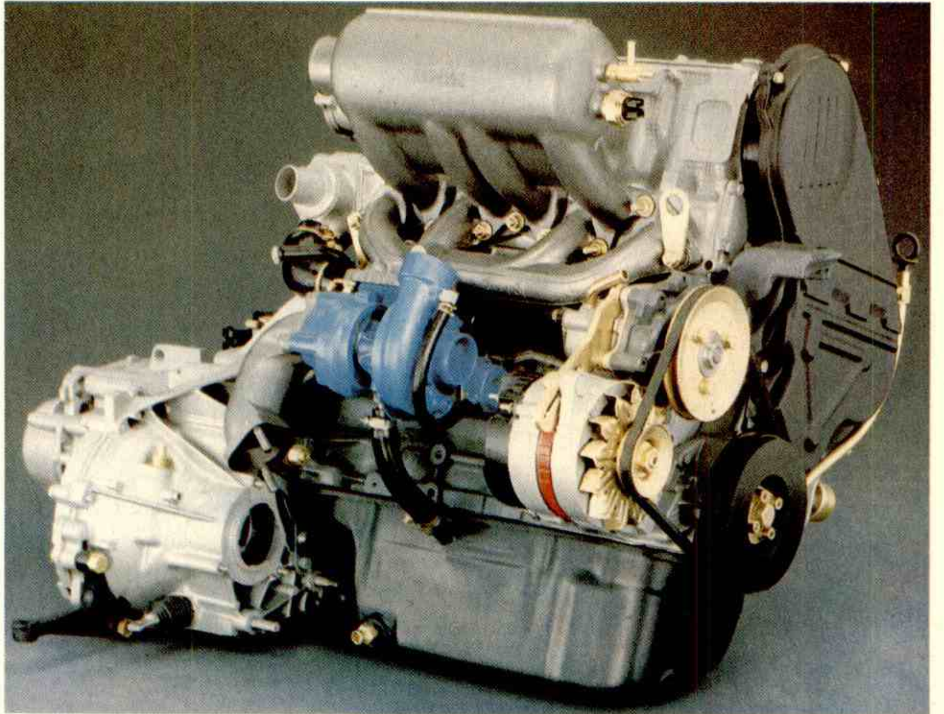
ويعد محرك ديزل أقوى محرك. ذلك أن مردوديته تتراوح مابين 35 و40% بينما لا تتعدى مردودية قاطرة بخارية 5%. ولأجل ذلك فهو يستعمل في وسائل النقل الضخمة كالبواخر والشاحنات الكبرى. وعلاوة على ذلك

يمثل ايجابية اقتصادية نظرا لعمله بالمازوت أو «الغازوال» وهما أقل تكلفة من البنزين، رغم أن السرعة والقوة لا تتغير فيه بالسهولة المتوفرة لدى محرك البنزين.

والمحركات ذات الاحتراق الداخلي التي تستعمل لدفع وسائل النقل تكون في حاجة الى نظام لتغيير السرعة لأن فعاليتها تتقلص عند السرعة المنخفضة على عكس آلات البخار. ولذلك يجب أن يدور المحرك بسرعة قصوى، في استقلال عن سرعة وسيلة النقل، ولهذا السبب، تزوّد السيارات بنظام تغيير من عدة سرعات تتراوح ما بين أربع وخمس مستويات بالاضافة الى السير الخلفي، ويتم تغيير السرعة على يد السائق. وهناك سيارات حديثة ذات نظام اوتوماتيكي لتغيير السرعة.

وتوجد بعض السيارات الخاصة كالمصفحات العسكرية والجرارات، تستعمل محركات ذات الاحتراق الداخلي تعمل بمحروقات اقتصادية كالفيول أو المازوت أو زيت الوقود.





محركات التُربينة:

على عكس أنواع المحركات السابقة الذكر، لا تتوفر التربينات على مكبس ولا على مدوّر. ذلك أن شجرة المحرّك تدور بتيار سائل كالماء أو البخار أو الغاز، بواسطة نظام شفرات ناتئة، حيث تعمل حسب مبدإ طواحين الهواء. وإذا كانت محركات البخار ومحركات الاحتراق الداخلي تحول حركتها التعاقبية الى حركة دورانية، أي دائرية، فالتربينات تنتج الحركة الدورانية مباشرة.

وتكون التربينة البسيطة مصنوعة بكيفية تجعل البخار الصادر عن المولّد (المرجل) ينتقل عبر المسالك (النضّاحات) لتسييل الموائع ثم يلتحق بالشفرات المتحركة لاحدى العجلات (الدوّار) المثبتة في المحور. ويتقلص ضغط البخاربانتقاله من المولّد الى الدوّار، وعند انتشاره يعطي دفعة قويّة لشفرات الدوار. وقد تم صنع هذا النوع من التربينات على يد ج. دي لافال (G. de LAVAL) سنة 1889، وتعرف بتربينات الفعل. وهي تعمل بسرعة كبيرة لان انخفاض سرعتها يجعل البخار عاجزا عن تدوير الدواليب التي يكتفي بملامستها. ويجب أن لا تكون السرعة جد فائقة، ذلك لان القوة النابذة الناتجة عن السرعة المفرطة قد تؤدي الى كسر العجلة.

وتربينة الفعل لا تنتج سوى كمية ضئيلة من الطاقة. ولكي يتضاعف الانتاج، تستعمل تربينات ردّ الفعل، وتكون هذه الأخيرة مصنوعة على النحو التالي: فبداخل التربينة توجد عجلة مثبتة (الساكن) مزوّدة بشفرات يمر منها البخار. وتستعمل هذه الشفرات بمثابة نضاحات وتكون مصنوعة على نحو يجعل الضغط ينخفض بعد مرور البخار. ويمتدّ البخار الى أن يصل الى شفرات الدّوار المتحركة التي تعمل بدورها كنضاحات ثم تتلقى دفعة نحو الخلف (ردّ الفعل) تحت وطأة البخار الذي يخرج منها حيث تدور في الاتجاه المعاكس. وعلى إثر امتداد جديد، يصل البخار الى الدّوارات المثبتة لعجلة أخرى. وبعد امتداد اخر، تصل الى الدوارات المتحركة لعجلة أخرى وهكذا دواليك، وتتخذ البنية الخارجية للتربينة شكلا مخروطيا بحيث تكون كل عجلة أكبر من سابقتها وتكون لها دوارات أكبر. وتبلغ سرعة تربينة ردّ الفعل 3000 دورة في الدقيقة.

والتربينات المائية (الهيدروليكية) هي تلك التي

محرك الديزل العنفي المتميز بقوته ، إذ يجمع بين خصائص محرك الديزل والمحرك الانفجاري من حيث السرعة والتسريع . والمحرك جانبه مركب لسيارة إيطالية من نوع (فياط) وقوته 70 حصانا بخاريا بـ 4800 دورة . وهو مجهز بمحرك عنفي من نوع غاريت . ت2 . GARRETT. T2 ، الذي يخول التربينة سرعة دوران تتراوح ما بين 30.000 و 130.000 دورة .

الرسوم : 1. تربينة فرانسيس FRANCIS (محرك عمودي) . أ . منظر من أعلى : أ . شفرات موجهة ؛ ب . آليات ضبط الموزع ؛ ج . تاج الموزع ؛ د . تاج المنطقة المحركة . **ب** . منظر مقطعي : ه . شجرة المنطقة المحركة وبإمكانها جر المردد ؛ و . إدخال الماء إلى محيط الموزع ؛ ز . قناة تفريغ الماء .

2. تربينة كابلان KAPLAN (محور عمودي) . أ . منظر من أعلى : أ . شفرات التوجيه ؛ ب . شفرات العجلة المحركة (روحة) . **ب** . منظر مقطعي : ج . شجرة جر المردد ؛ د. إدخال الماء إلى الموزع الحلقي ؛ ه . قناة التفريغ ؛ و . شفرات المنطقة المحركة .

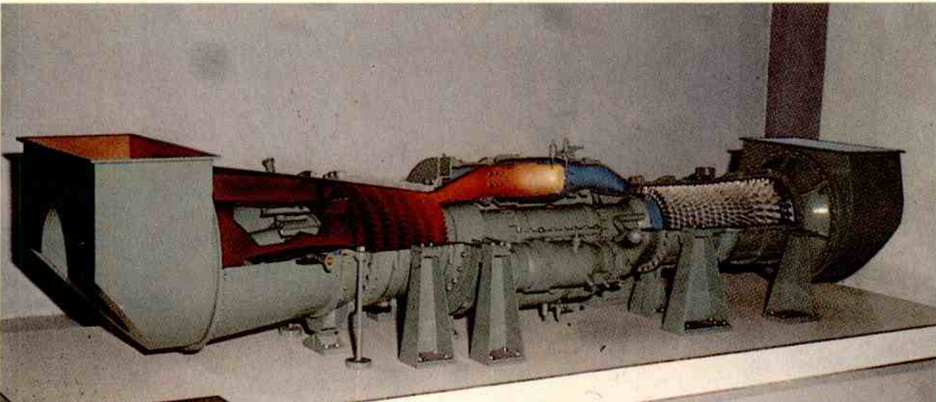
3. تربينة بيلتون PELTON (محور أفقي) . أ . منظر مقطعي . أ . قواديس العجلة المحركة ؛ ب . أنبوب الضخ ؛ ج . سكر ضابط للصبيب ؛ د . قناة لجلب الماء ؛ و . إبرة المحقن ؛ **ب** . منظر مقطعي جانبي : ز . قواديس ؛ ح . محور نقل الحركة .

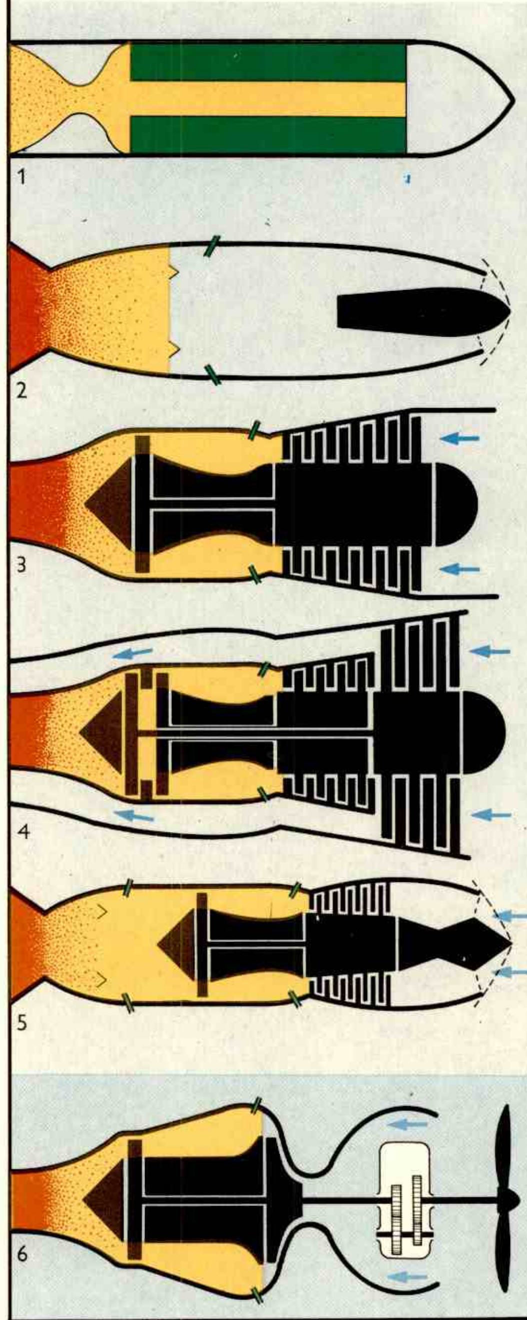
4 . تربينة الغاز : أ . مكبس بجنيحات معد لرفع ضغط المحرق ؛ ب . تجهيز خاص بالتسخين المستبق للمحرق ؛ ج . غرفة الاحتراق ؛ د . نظام لضخ الوقود ؛ ه . تربينة ؛ و . صنبور لقذف الغازات المحروقة ؛ ز . مدخل المحرق ؛ ح . آلة الاستقبال ؛ محرك مساعد للاقلاع .

في الصور : إحدى أقدم التربينات مع جزء من جسمها المركزي .

تستغل طاقة سقوط الماء لتحوّلها الى طاقة ميكانيكية (آلية). وتكون كمية الطاقة مرهونة بحجم الماء وعلوّ سقوطه وعلى هذا النحو تستعمل المحطات الكهرمائية قوة المياه لانتاج الكهرباء. ولهذا الغرض يمكن استعمال تربينات الفعل عندما يسقط الماء من علو شاهق، كما يمكن استعمال تربينات ردّ الفعل عندما يكون العلوّ متوسطا ولكن كمية الماء تكون جدّ وافرة.

وفي تربينة الفعل، يخرج الماء من نضّاحة ذات ضغط عال، وتندفع هذه القوة نحو عجلة ذات شفرات على شكل ملعقة، وفي حالة تربينة ردّ الفعل، يصرف الماء بواسطة شفرات موجّهة للوصول الى شفرات الدوار بعد أن يكون قد وصل الى داخل التربينة. وعندما يكون سقوط الماء ضعيفا، تستعمل تربينة ذات مروحة.



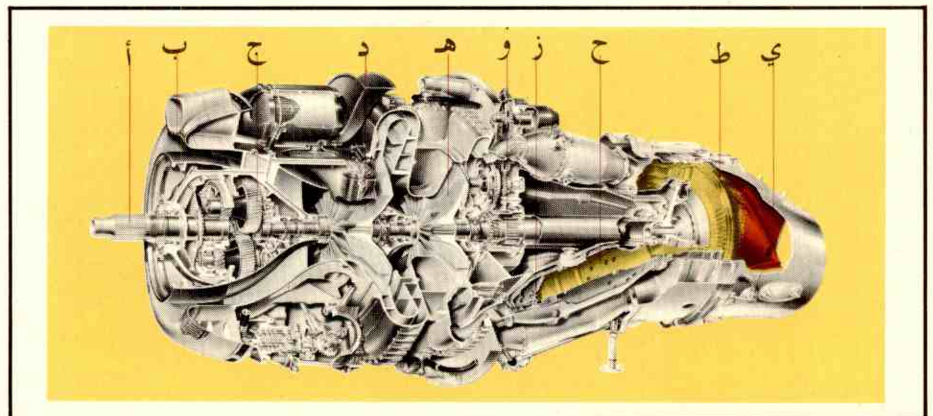


1 . محرّك صاروخي : إن الصاروخ يحمله للوقود والاوكسيجين يعمل في استقلال عن الجوّ . 2 . محرّك ثابت : يحترق الوقود المنضخ مع الاوكسيجين والهواء الذي ينفذ من تلقاء نفسه الى الجزء الأمامي للمحرك بفعل السرعة الفائقة . 3 . محرّك عنفي : يقوم المضغط بدفع قذف الهواء نحو غرف الاحتراق ويسحب هذا المضغط بواسطة تربينة عن طريق محور . وتتحرك التربينة نفسها بفعل دفق الهواء . 4 . محرك عنفي مزدوج الدفق : يُصرف جزء من الهواء الممتصّ نحو الغرف خارج المحرك حيث يمتزج بغازات الانفلات . وتكون هذه الغازات مبطأة وباردة نسبيا . والنتيجة أن المحرك يقلّ اهتزازه ويخفض هديره .

5 . محرك عنفي ذو احتراق بعدي : يكون تيار الغاز مسرّعا بفعل ضخ اضافي للوقود خلف التربينة .

6 . دفع عنفي : يمتد المحور الذي تسحب منه التربينة المكبس الى الأمام فيجرّ مروحة بواسطة مخفّض . وهو بذلك ليس محركا نفاثا بمعنى الكلمة .

احتراق
تزويد بالوقود
هواء يضمّ الاوكسيجين
غاز الانفلات



7 . دافع عنفي (رولس رويس دارت) ، كثير الاستعمال في الطائرات : أ . محور المروحة ؛ ب . مدخل الهواء ؛ ج . آلية التبطئة ؛ د . مكبس الضغط المنخفض ؛ هـ . مكبس الضغط العالي ؛ و . محور التربينة والمكبس ؛ ز . تزويد بالوقود ؛ ح . غرفة الاحتراق ؛ ط . تربينات ؛ ي . انفلات .

الراكسات وتربينات الغاز

إن المبدأ الفيزيائي الذي بموجبه يناسب رد فعل مماثل أو معاكس كل عمل، يمثل كذلك أساس الدفع بالارتكاس. ذلك أنه لنقل شيء ما الى الأمام، لابد من شيء آخر يدفعه من الخلف. وفي هذا المضمار سوف نتطرق الى أهم أنواع آلات الدفع والركس.

من هذه الآلات المحركات الثابتة التي تستقبل الهواء عند واجهتها الأمامية. وهكذا وتحت الضغط، يتم امتصاص الهواء واحراقه مع وقود في غرفة الاحتراق المعدة لهذا الغرض. وتقذف الغازات في اتجاه الجزء الخلفي على نحو يجعل السيارة تدفع الى الأمام. ويجب أن تكون سرعة المحركات الثابتة مرتفعة تبلغ على الأقل معدل 500 كلم في الساعة لاثارة ارتفاع كاف في الضغط الهوائي الذي يدخل الى الغرفة. وتستعمل هذه الآلات في ميدان الطيران واطلاق الصواريخ.

أما المحركات الارتكاسية فتشبه المحركات الثابتة، ويكمن الاختلاف بينهما في كون الهواء الذي يدخل الى غرفة المحرك الارتكاسي بسرعة فائقة، لا يحترق باستمرار. فعندما يبدأ الانضغاط بعد تراكم الضغط، تنغلق الصمامات التي يدخل منها الهواء، وتقذف منتوجات الاحتراق في الجزء الخلفي حيث تثير القوة الدافعة. ومن جهة أخرى توجد هناك شمعة ضرورية للاشتعال الأولي.

وعند بلوغ سرعة معينة في البداية تنطلق الظاهرة. إذ حين ينخفض الضغط الداخلي يثير الضغط الخارجي اعادة فتح الصمامات، ثم تعاد الدورة بأكملها من جديد. وقد استعمل هذا النظام في المانيا بعد أن وضعه الفرنسي لوران (Lorin) سنة 1907، إذ استعمله الالمان لاطلاق قنابل في 1 (V1): وفي هذه الحالة بالذات، يتم انفتاح الصمامات 47 مرة في الثانية.

وفيم بعد، استعملت المحركات الارتكاسية في الطائرات المروحية حيث توضع في مؤخرة دوّاراتها، وكذلك في محركات الطائرات الشراعية، إلاّ أن الضجيج القوي الذي تحدثه المحركات الارتكاسية حال دون تطور استعمالها في وسائل نقل أخرى.

وتختلف الراكسات العنفية عن المحركات السابقة حيث تشتمل على مكبس ولا يدخل الهواء الى غرفتها بسرعة مرتفعة ولكنها تقوم بكبسه. وتعمل المكابس بواسطة تربينات الغاز الموضوعة في تيار الانفلات، وتكون التربينة في محركات الطائرات ذات مقاييس تجعلها لا تمتص سوى القوة اللازمة لتشغيل المكبس. وهكذا، تكون للغازات عند الانفلات طاقة مهمة تستعمل للدفع. وفي الجزء الأمامي للمحرك يعاد ضخ الهواء، ثم

جانبه : رسم بياني لعمل أهم المحركات النفاثة .

كبسه واحراقه مع الوقود، ويقوم الانفلات بتنشيط التربينة ويخرج من الجزء الأمامي، وتستعمل التربينة لتدوير المكبس وأحيانا لادارة مروحة، ويتعلق الأمر في هذه الحالة بوسيلة نقل ذات دافع عنفي والدافع العنفي محرك من النوع الذي يقوم فيه ركس غازات الانفلات بتحريك المروحة على محور التربينة.

وفي الدافعات العنفية، تكون أغلب كمية من طاقة الغازات مسخرة لتشغيل المروحة والمكبس، بينما تستعمل كمية ضئيلة لاعطاء دفعة إضافية. وهناك دافعات عنفية ذات مروحة مباشرة تشغل فيها التربينة المكبس والمروحة؛ وراكسات عنفية ذات مكبس مركب حيث تشغل التربينة مكبسا حرا في مرحلة أولى ومكبسا محوريا مع المروحة في مرحلة ثانية؛ ثم دافعات عنفية ذات تربينة حرّة تشغل فيها التربينة المكبس الحرّ في مرحلتين الأولى والثانية والمروحة في المرحلة الثالثة.

وبالنسبة للراكسات العنفية، فتقوم التربينة بتوفير أغلب طاقتها. وبعض الراكسات العنفية عبارة عن وحدات من ثلاث مستويات، وتستعمل التربينة فيها لأغراض تختلف عما رأيناه بالنسبة للدافعات العنفية: فهي قد تستعمل في محطات طاقية وفي محركات البواخر والسيارات.

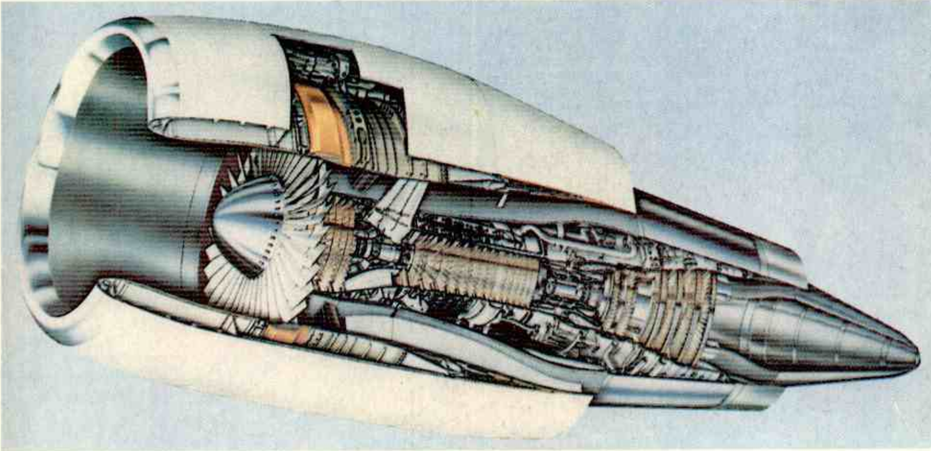
وما فتئت تقنية صناعة الطائرات تتقدم في هذا المجال حيث تتخصص في تطوير مزائج خفيفة ومتينة وشديدة المقاومة لأن الراكس العنفي يسخن كثيرا عند بلوغه أقصى قوة، ولأن أغلب المعادن تذوب تحت تأثير الحرارة المفرطة.

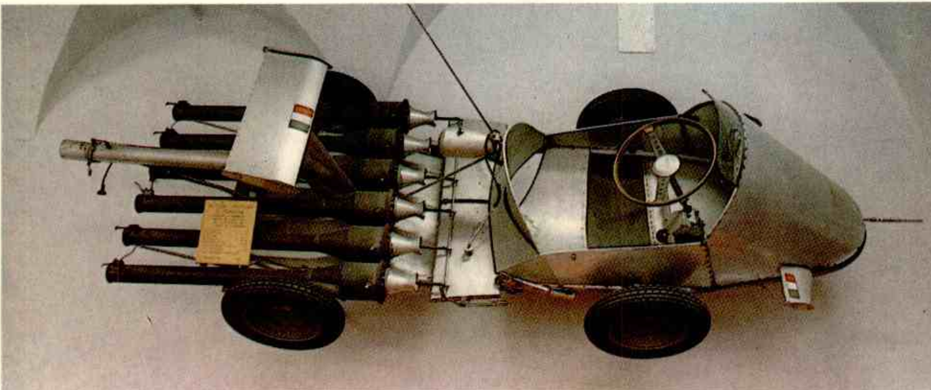
الصواريخ

يمكن تبسيط وصف بنية الصاروخ بالقول بأنه يتكون على التوالي من خزّان للوقود وخزّان للأوكسيجين وغرفة للاحتراق مزودة بخرطوم للانفلات. وتقوم صناعة الصواريخ الضخمة على نفس مبدإ صناعة الصواريخ الصغرى المستعملة كالشهب لاصطناعية المكونة من أنبوب من الورق المقوى مشحون بالبارود.

ويتميز الصاروخ عن الانظمة التي سبق التعرض لها بكون كتلة الغاز المقذوف من الخلف هو الذي يدفع المركبة الى الأمام دون أن يحتاج المخرج الى الارتكاز على الهواء المحيط. وهكذا فالقوة الدافعة لا تكمن خارج الصاروخ بل بداخله، ذلك أنه لو وقع الضغط في صاروخ مغلق من جميع الجوانب لكانت النتيجة سلبية، غير أنه يكفي فتح ثقب في الجزء الخلفي لكي يعوض الضغط الذي يقع على الجزء الأمامي. وهكذا فالقوة التي تمكن الصاروخ من التحرك هي الضغط الداخلي الغير المتوازن.

وعلى عكس الراكسات، فالصواريخ لا تحتاج الى هواء لاحراق وقودها لكونها تتوفر على مخزون من الاوكسيجين السائل، الشيء الذي يمكنها من العمل كذلك خارج الغلاف الجوّي. ويمتزج الأوكسيجين بالمحروق (كحول أو هيدروكربورات سائلة) داخل غرفة







أعلى : صاروخ نموذجي محفوظ بمتحف العلم والتقنية في ميلانو بإيطاليا .
أسفل : طائرات بمحركات صاروخية .

الاحتراق: ثم تشتعل المحروقات. فالغازات بامتدادها تدفع الصاروخ في الجوّ أو الفضاء الى ان ينفد مخزون الأوكسيجين والمحروقات. ويكون الوقت اللازم لاستنفاد هذا المخزون قصيرا جدّا، فالصواريخ الألمانية في 2 (V2) لا تستغرق سوى 70 ثانية لاستهلاك مخزونها من الوقود والأوكسيجين الذي يقدر وزنه بـ 8،5 طنا.

ويتم ضبط التزويد بالوقود بواسطة مضخة تعمل على مراقبة الدفع باستمرار. وتخرج الغازات المحترقة من الخرطوم على شكل تيار غازي وبسرعة فائقة. وهكذا تطبق الطاقة بشكل مباشر دون حاجة الى اللجوء الى اجزاء أخرى متحركة. ولهذا السبب يعتبر الصاروخ من الآلات الحرارية الأكثر بساطة.

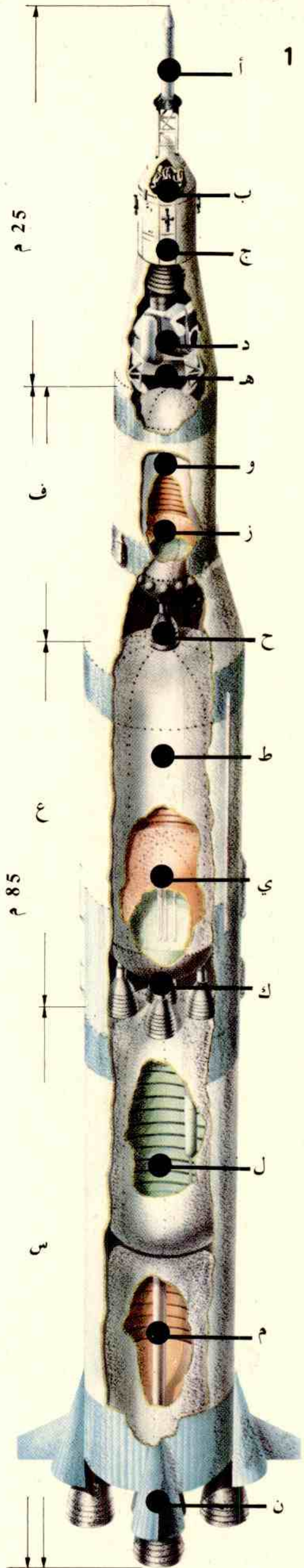
والصاروخ بالفعل يكون مدفوعا بقوة مماثلة أو معاكسة مع مقدار الحركة الموجهة خلف الغازات المقذوفة في كل ثانية، أي مساوية لمنتوج الكتلة الخارجة كل ثانية بفعل سرعة الخروج.

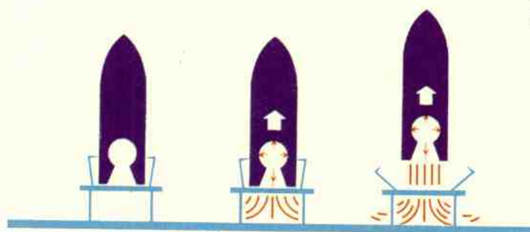
والجدير بالذكر أن سرعة الصاروخ لا تتدخل في ذلك حيث أن الدفع مستقل عن السرعة، ويبقى قارّا حين يكون الصاروخ ساكنا وحين يكون متحركا.

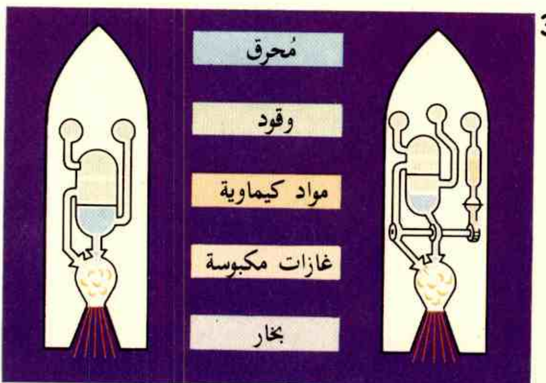
ويصنع محرك الصاروخ على نحو يجعل طاقة محددة تتحول الى طاقة حركية. ومن هذا المنظور أمكن تصنيف مختلف أنواع الصواريخ، فهناك أولا الصواريخ الكيماوية التي تستغل الطاقة الكيماوية والفيزيائية للعناصر ذات الطاقة الدافعة، السائلة منها والغازية والصلبة. فالصواريخ الصغيرة جدا والتي تستعمل لمراقبة وقيادة المركبات الفضائية مزودة بغازات دافعة بينما القذائف الحربية تستعمل سوائل دافعة في حين تستعمل صواريخ بوستر دافعات صلبة.

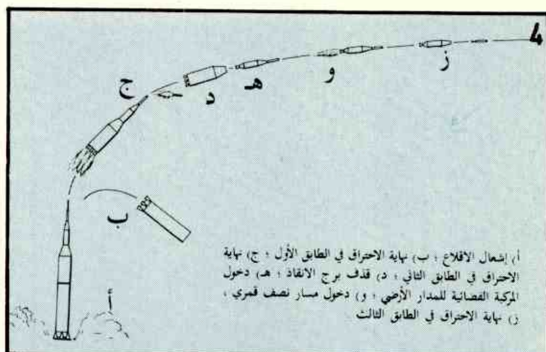
ومن ناحية أخرى هناك الصواريخ النووية التي تستغل الطاقة الحرارية التي يوفرها المفاعل النووي. وهي تحقق دفعا قويا جدا.

وأخيرا هناك الصواريخ الكهربائية المكيّفة مع دفع المركبات الفضائية في غياب الجاذبية لأنها لا توفر دفعة ثابتة ولكنها تستمر وتدوم مدة طويلة.









أ) إشعال الاقلاع ؛ ب) نهاية الاحتراق في الطابق الأول ؛ ج) نهاية الاحتراق في الطابق الثاني ؛ د) قذف برج الانقاذ ؛ هـ) دخول المركبة الفضائية للمدار الأرضي ؛ و) دخول مسار نصف قمري ؛ ز) نهاية الاحتراق في الطابق الثالث

1 . باطن صاروخ بثلاث طبقات (ساتورن 5) : يشكّل الجزء العلوي ، وطوله 25 مترا ، الحمولة الرئيسية ، أما الباقي فيستعمل للانفصال عن الأرض للوصول الى المنطقة التي تفوق فيها جاذبية القمر جاذبية الارض .
أ . برج الانقاذ ، في حالة خلل في الاطلاق .
ب . حجرة الربابنة (مقاعد لثلاثة رواد) .
ج . غرفة الآلات . د . معدّل قمري وهو مركبة مكوك لنقل رائدين فوق القمر ثم حول مدار قمري بعد عودتها . هـ . معدّات ؛ و . خزان الهيدروجين السائل ؛ ز . خزان الاوكسيجين السائل
ح . محرك . ج . 2 في الطابق الثالث ؛ ط . خزان الهيدروجين السائل ؛ ي . خزان الاوكسيجين السائل ؛ ك . خمس محركات ج . 2 للطابق الثاني ؛ ل . خزان الاوكسيجين السائل ؛ م . خزان الكيروسين ؛ ن . خمس محركات . ف . 1 ؛ س . الطابق الأول ؛ ع . الطابق الثاني ؛ ف . الطابق الثالث .

2 . يتحرك الصاروخ تحت تأثير ضغط غازات الاحتراق إزاء جدران غرفة الاحتراق . فإذا تم الاحتراق في مجال مغلق ، يسلط ضغط مماثل على جميع الجدران . وإذا أزيل الجدار الخلفي ، يكون الضغط على الجدار الأمامي غير باطل بفعل الضغط على الجدار الخلفي ، ويميل الجسم المحتضن للاحتراق ، الى التحرك نحو الأمام . ويقوم ذلك على القانون الفيزيائي الذي وضعه نيوتن بشأن الفعل الذي يؤدي إلى ردّ فعل مماثل موجه في اتجاه معاكس .

3 . مظهران لصاروخين دافعين يستعملان طاقات دفع سائلة . يسارا : خزانات الطاقة السائلة موضوعة تحت الضغط لكبس السائلين في غرفة الاحتراق . يمينا : مضخة عنفيّة تمتص السائلين لنقلهما من الخزانين الى غرفة الاحتراق . وتتوفر أغلب الصواريخ على مضخات عنفية من هذا النوع .

إطلاق مركبة فضائية بواسطة صاروخ : اطلاق مركبة «أبولو» بواسطة الصاروخ «ساتورن» وقد جرت العملية في ثلاث مراحل حسب الاشتعال في الطوابق الثلاثة من الصاروخ على التوالي . فكلما انتهى طابق من الاحتراق يقذف ويواصل الصاروخ مسيرته مستعملا الدفعة التي يخولها اشتعال الطابق الموالي .

وسائل النقل

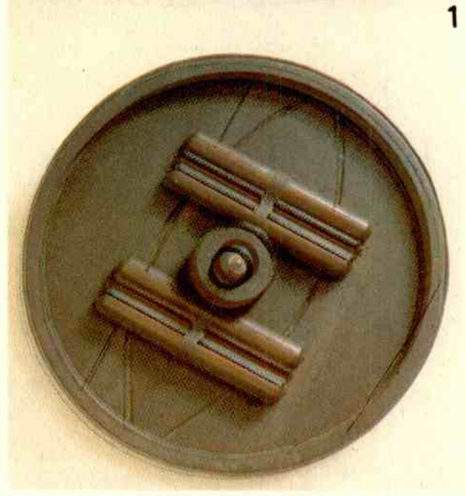


النقل البري

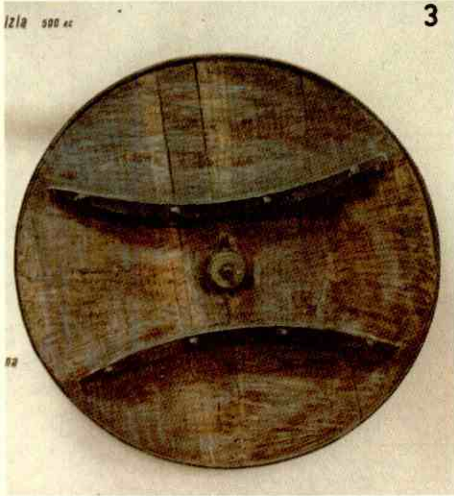
من بين المعايير التي تمكن من قياس مستوى تطوّر حضارة شعب ما مجموع الانجازات التي يحققها في الميدان التكنولوجي. وبالفعل، فتاريخ التكنولوجيا يتكوّن من سلسلة من التقدمات التدريجية الهادفة الى تلبية حاجيات المجتمع الانساني التي ما فتئت تتعقّد يوما عن يوم.

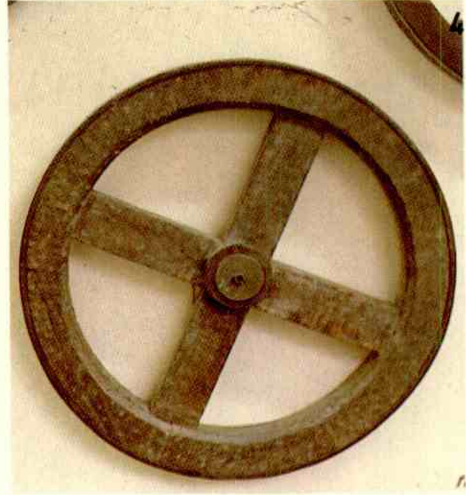
وكل الاختراعات التي شهدها التاريخ ماكانت لترى الوجود لولا رغبة الانسان الملحة في التجديد والابتكار، وتوفر الظروف الاجتماعية والاقتصادية لتعميق هذه الرغبة وترجمتها الى انجازات فعلية. ومن الطبيعي أن تكون التحولات الاجتماعية مرهونة بتطور حاجيات الانسان وتعقد طموحاته. ومن الميادين التي تعكس بوضوح هذه العلاقة الوثيقة بين التطور الحضاري وتطور حاجيات الانسان، ميدان وسائل النقل.

يرتبط تاريخ النقل البري بتاريخ العجلات . أسفله ، بعض العجلات : 1 . عجلة أور السومرية (القرن الثالث قبل الميلاد) ؛ 2 . عجلة مصرية (القرن الثاني قبل الميلاد) ؛ 3 و 4 . عجلتان رومانيتان (القرن الأول قبل الميلاد والقرن الأول الميلادي) ؛ 5 . عجلة ألمانية (القرن الثالث الميلادي) ؛ 6 . عجلة سكاندينافية .



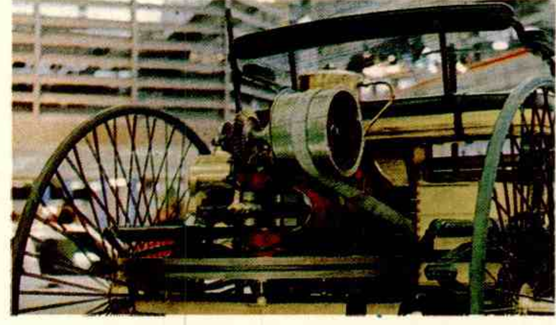












لقد ساهم اختراع واستعمال العجلات المطاطية في تطوير النقل البري بشكل فعال . وكان الأمريكي غوديير GOODYEAR دور كبير في تحسين العجلة المطاطية باختراعة صدفة لفلكنة المطاط . أعلاه : إحدى العجلات الأولى .

فمن أكبر الاختراعات التي عرفتها مختلف عصور الانسانية، العجلة التي لايوجد مثيل لها في الطبيعة من ناحية المبدإ الذي تقوم عليه. وقد استعملت العجلة لاول مرّة قبل 500 سنة، وهي بمثابة أداة كفيلة بتقليص الاحتكاك بين الحمولة والارض إلى أقصى حد.

ففي بداية ظهورها، كانت عجلة العربات الأولى على شكل قطعة متحدة مع المحور الذي يدور تحت العربة. وبعد ذلك أصبح المحور ثابتا والعجلتان تدوران حوله كلا على حدة. وبعد ثلاثة آلاف سنة من ذلك، وفي الشرق الأوسط عرفت العجلة تطورا ملحوظا حيث أصبحت أكثر خفّة ومتانة ومقاومة، إذ فقدت بنيتها الأصلية التي كانت على شكل أسطوانة خشبية لتتحول إلى عجلة مركبة من حتار حارجي (الاطار) وقب للمحور واشعة توحد هذين العنصرين لدعم الحتار. وهكذا نلاحظ أن هذه العجلة تشبه إلى حد ما العجلات المتداولة حاليا.

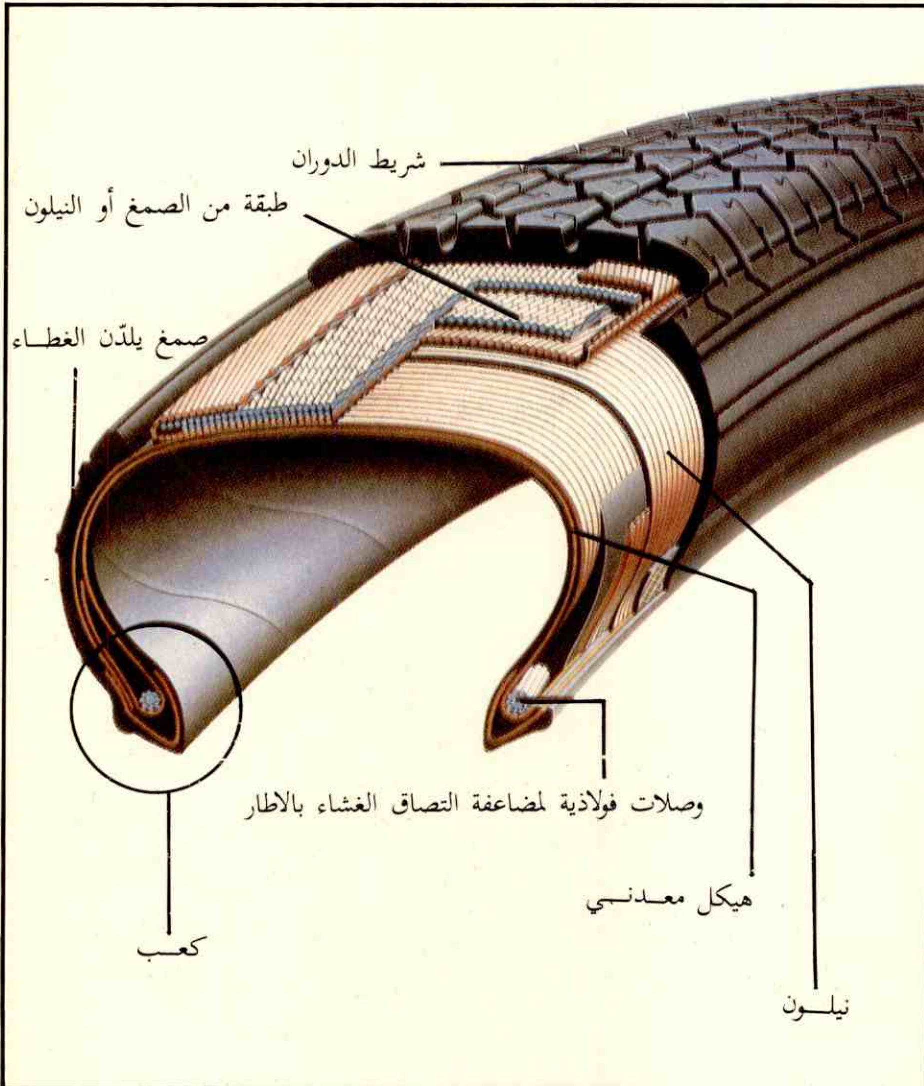
وباستثناء استعمالها في وسائل النقل المتحركة كالعربات وغيرها، فقد اكتست العجلة أهمية أساسية في تشبيك الآليات. وفي هذه الحالة تكون مسننة وتستعمل لنقل الحركة من نقطة إلى أخرى في جسم آلي.

وهكذا كانت للعجلة أهمية قصوى في الآلات البخارية وفي السيارات، حيث يقوم فيها المقود بتجميع وتوزيع طاقة المكابس، وكذلك في القطارات حيث تعمل العجلة كمولد للطاقة، وفي المدرعات المصفّحة حيث تنقل الحركة إلى المزنجرات.

ومن بين وسائل النقل البرية نذكر السيارة التي أصبحت في العصر الحالي تحتل مكانة بارزة في حياتنا اليومية وهي منذ انتاج أولى «العربات بدون خيول»، سنة 1885 على يد بينز ودايملر (BENZ et DAIMLER) لم يطرأ تغيير كبير على بنيتها الأساسية. فقد كانت آنذاك تتوفر على محرك ونظام لنقل الحركة إلى العجلات وآلية للسياقة وكابح وقاعدة وأحواق مطاطية. أما التغييرات المتعاقبة فتلحق رسم الهيكل والمواد التي تصنع منها السيارة. وفي هذا الاطار كان لسباق السيارات أهمية بالغة في البحث عن المواد المتينة والامينة وفي تطوير تقنيات صناعة السيارات على العموم. فخلال هذه التظاهرات، يلزم أن تكون السيارة ذات قوة وفعالية من أعلى مستوى. وكانت أول سيارة تجاوزت سرعتها 160 كلم/سَ هي طالبو وذلك سنة 1912.

ومن سنة1908 إلى سنة 1928، قام هنري فورد بانتاج حوالي 15 مليون سيارة فورد.ت، وقد استفاد من تقنيات صناعة النماذج المتكررة القليلة التكاليف، ليدخل اصلاحات متلاحقة على السيارة التي ينتجها.

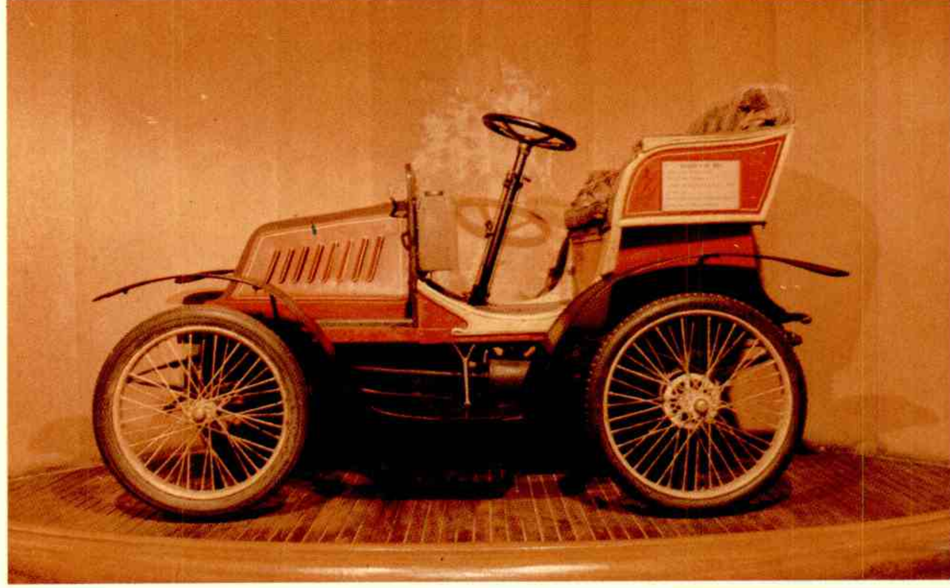
فعوض أن يقوم بصناعة سيارة على الطريقة التقليدية المتطلبة لعدة عمليات مختلفة، كان يكلف عامل بمهمة قارة يتخصص في انجازها باتقان بينما يتم نقل مختلف الاجزاء المصنوعة على يد عمال آخرين بواسطة بساط



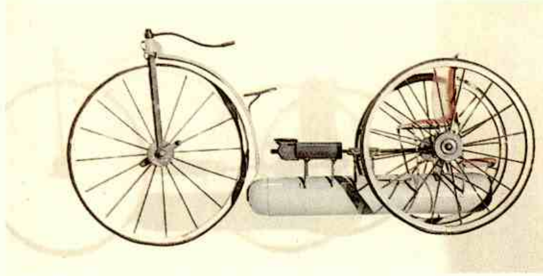
بعد عدة تجارب في مجال تحسين جودة العجلات، توصلت شركة ميشلان العالمية سنة 1946 إلى اختراع عجلة راديال الشهيرة بمتانتها. **جانبه:** تصميم لعجلة راديال.

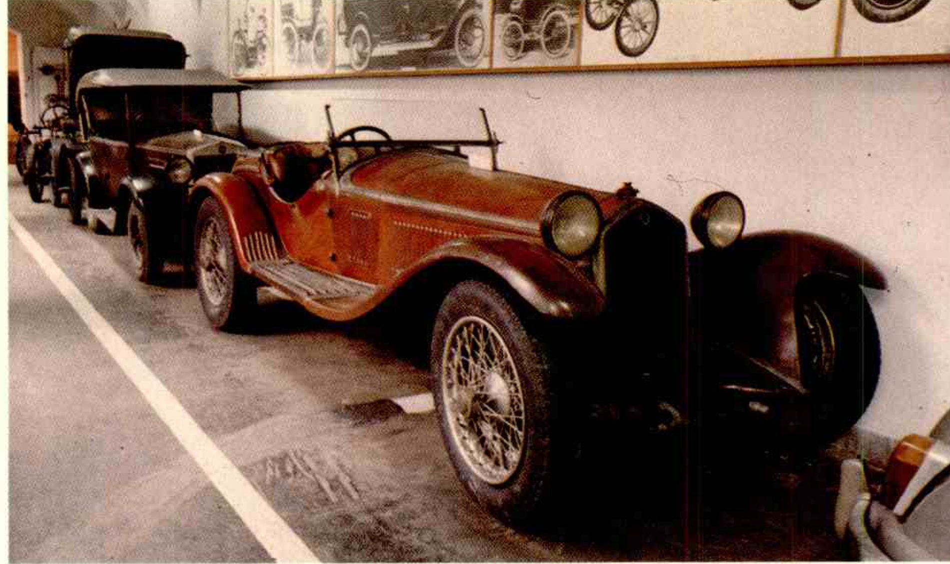
نقال إلى أن تركب جميع عناصر السيارة عند آخر عامل في السلسلة. وهكذا، توصل فورد إلى طريقة فعالة لتزويد السوق بمنتوجات ذات أثمان مناسبة، وذلك بفضل سرعة التركيب وقلة تكاليف اليد العاملة الغير المتخصصة.

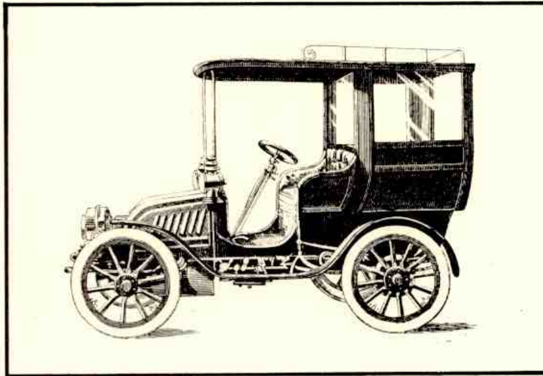
وفي نفس الفترة، تخصصت بعض الصناعات المتوسطة في انتاج قطع السيارات المختلفة كالنظام الكهربائي وغيره، الشيء الذي خلق ثورة في صناعة السيارات حيث أصبحت كبريات الشركات تهتم أساسا بصناعة الهيكل والمحرك ثم تكلف مصانع مختلفة بتزويدها بباقي اللوازم التي تختص فيها. وهكذا تم القضاء تدريجيا على صغار صناع السيارات ليفسح المجال إلى الشركات الكبرى التي تستطيع تحمل تكاليف انتاج النماذج المتكررة



مقارنة بين السيارات : الصورتان 1 و 2 : من سيارات العصر الحديث ؛ الصورة 3 سيارة ليجيبي جيتان Ligier Gitanes وفورمول 1 (Formule 1) ؛ الصورة 4 دراجة نارية قديمة تعمل بالبخار ؛ الصورة 5 : عربة بخارية من اختراع ريشيتي Richetti سنة 1858 وكانت تحتاج إلى عامل خاص بالمرجل ؛ الصورة 6 : شاحنة حديثة تواجه أخطر مشاكل العصر المتمثلة في حوادث السير على الطرقات .











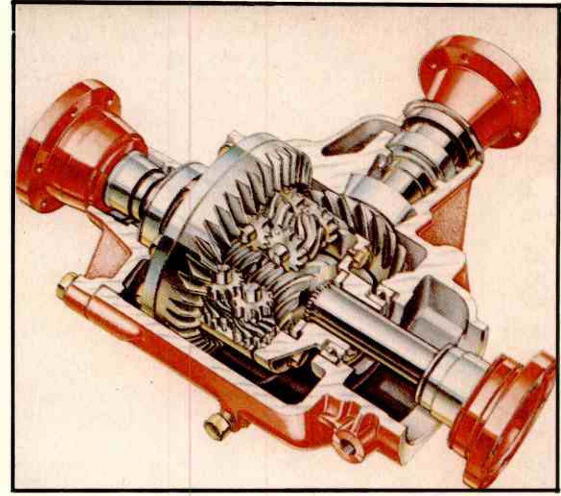
الرسم 1 . الترس التفاضلي : وهو جهاز مركب في السيارات الحديثة ضمن المنطقة الخاصة بنقل الحركة ، ويستعمل لتخفيظ سرعة دوران العجلة الداخلية في المنعرجات .

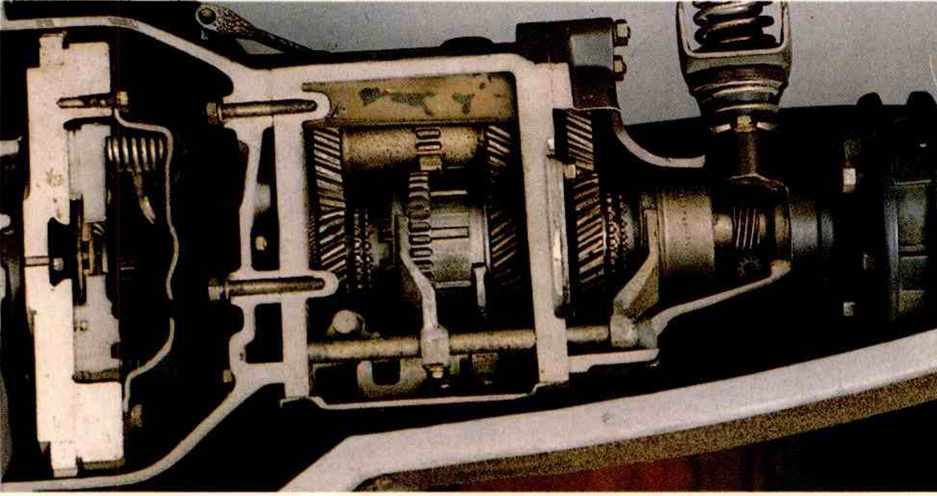
الرسم 2 : التغيير : ويتعلق الأمر بآلية لتغيير سرعة السيارة .

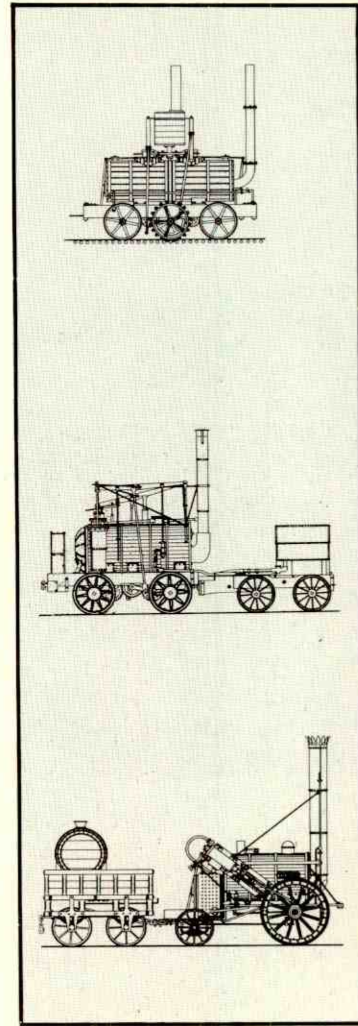
الرسم 3 : التجهيزات الباطنية للسيارة .

والأبحاث المتخصصة في التطوير المستمر للمنتوجات، كما تتمكن من المحافظة على أسعار في متناول الجميع.

وعرفت الشاحنة تطورا شبيها بتطور السيارة، فلم يعد الصانعون يهتمون فقط بالقوة والمتانة كما كان عليه الحال من قبل بل أصبح الاهتمام كذلك منصبا على سرعة الشاحنة وراحة السائق والركاب.





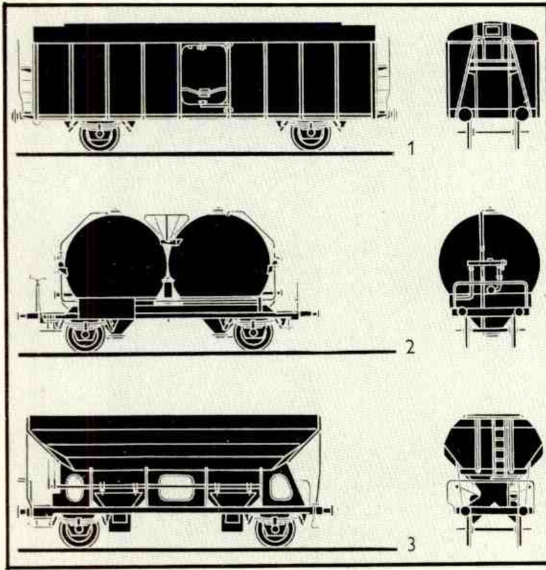


أما النقل على السكك الحديدية فيختلف عن النقل على الطرقات بعدة مميزات. ففي القطار لايهتم المسافرون شخصيا بالسياقة ولا بالوقوف أو الصيانة أو زحمة المرور أو مشكلة التزود بالوقود. تلك هي ميزات القطار بالمقارنة مع السيارة وخاصة بالنسبة للاسفار الطويلة. إلا ان هناك من يفضل السيارة أو وسائل أخرى وخاصة في المسافات القصيرة. وتكون ادارة السكك الحديدية عادة في ملك الشركات التابعة للدول باعتبار النقل الحديدي من الخدمات الاجتماعية العامة.

وفي بدايته كان القطار مجرورا بواسطة قاطرة بخارية تقوم قوتها الحركية على طاقة الفحم أو المزوت الذي يحترق في موقد وتصل الغازات الى المرجل من خلال أنابيب خاصة ثم تخرج من مدخنة. ويقوم البخار ذو الضغط المرتفع الصادر من المرجل (مولّد البخار) بتشغيل المكابس المرتبطة بالعجلات المحرّكة.

وفيما بعد، وبسبب الأثمان الباهضة لاقتناء قاطرات البخار، تم اختراع قاطرات ديزل الكهربائية التي يتحول فيها المازوت الى قوة محرّكة بواسطة محرك ديزل الذي يشغل مولّدا ثم يمر تيار عبر مقاومات معدة لضبط سرعة المحركات الكهربائية المتصلة بالعجلات المحرّكة.

وبعد ذلك، ظهرت القاطرات الكهربائية في البلدان الغنية بالكهرباء. وهي تتلقى التيار من خط هوائي ذي قوة عالية ثم يعتدل هذا التيار بواسطة محول ليصل عبر المقاومات إلى المعدل الذي يحوله من تيار تعاقبي إلى تيار متواصل لتزويد المحركات المرتبطة بالعجلات المحركة.



وسائل النقل البري : القطار مع مختلف أنواع العربات : 1 . عربة للبضائع ؛ عربة صهريج لنقل السوائل والمواد الذرورية ؛ 3 . عربة قادوسية لنقل المواد المختلفة وتفريغها .

في الهامش : بعض القاطرات الشائعة من أعلى إلى أسفل : قاطرة بلانكسنوب (1812) وسرعتها 5 كلم /س ؛ قاطرة بوفينغ بيلي وهي من صنع هيدلي HEDLEY سنة 1813 وسرعتها 8 كلم /س ؛ قاطرة ستيفنسن « روكت » (1929) وسرعتها 32 كلم /س .









في الصورة : قطار أحادي الخط في كولونيا .

الرسم 1 : بنية قطار ذو خط أحادي :

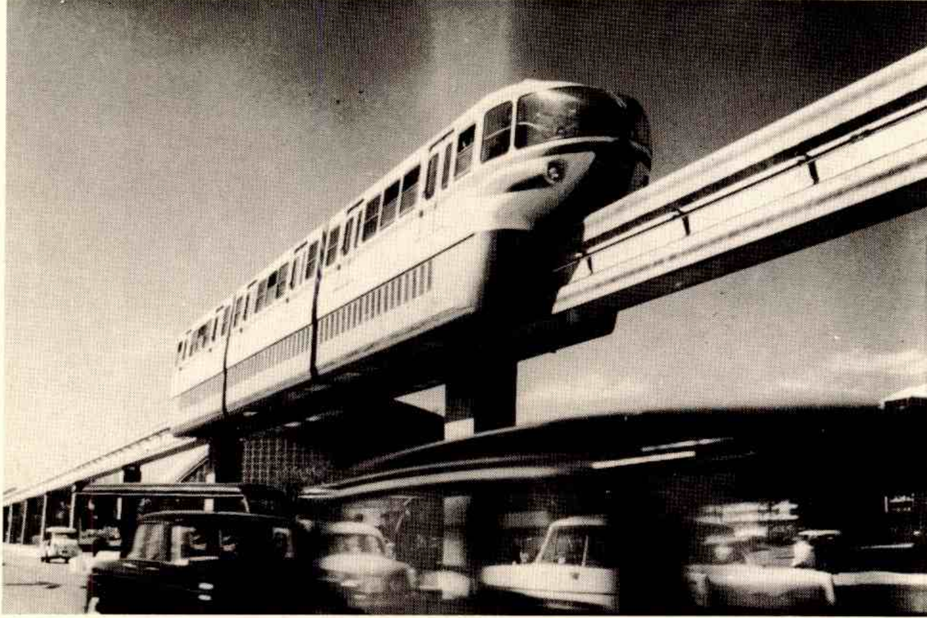
أ . عجلات حاملة ومحركة ؛ ب . محركات الجر ؛ ج . عجلات التوجيه والاستقرار وتدور بحرية ؛ د . عجلات الأمان بإطارات مليئة ؛ ه . ملافيف الأمان المطاطية ؛ و . مكبح أسطواني خاص بالسرعات الدنيا (أقل من 6 كلم /س) وللحصر ؛ ز . أسطوانة المكبح الأسطواني ؛ ح . نابض لولبي ؛ ط . عارضة الخط الأحادي ، وهي من الأسمنت المسلح .

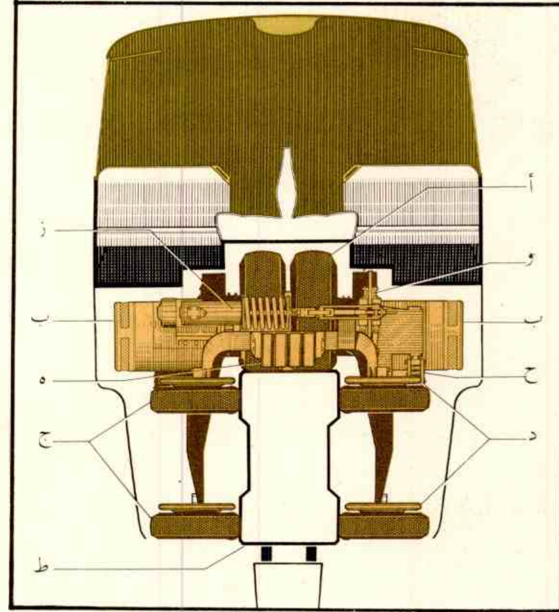
الرسم 2 : رسم بياني لباطني قطار أحادي الخط .

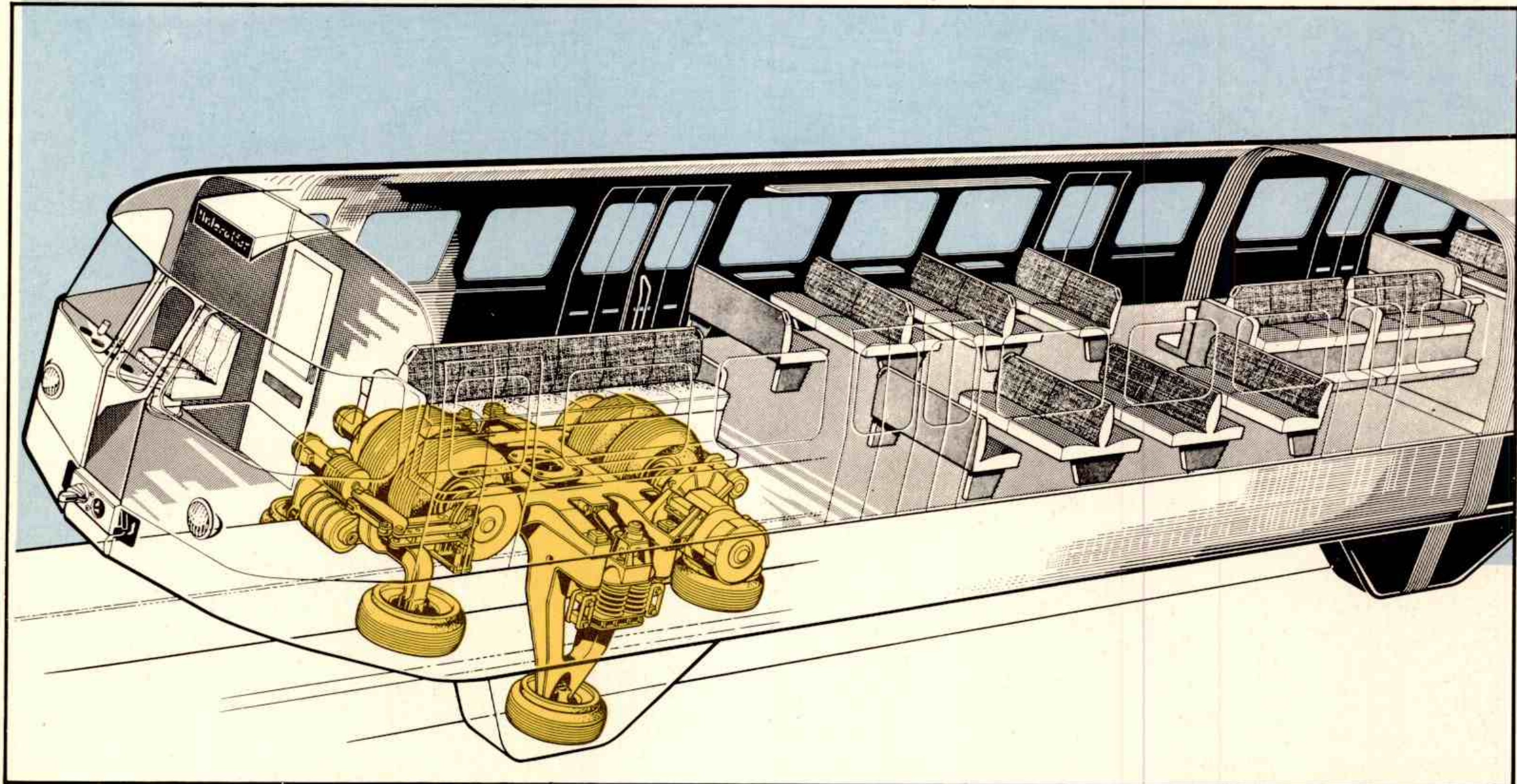
ولا يمكن أن يتم الحديث عن وسائل النقل دون التطرق إلى الطرق التي تسير عليها هذه الوسائل.

ففي العصور القديمة كان الرومانيون أكبر بناة الطرق، وكانوا يشيدونها بالدرجة الأولى لاغراض استراتيجية. وهذه الطرق عبارة عن مسالك تبنى بكتل الحجارة الضخمة المغطاة بطبقة من الحصى وطبقة من الرمل. وكان عرضها يتراوح مابين ثلاثة أمتار ونصف وستة امتار تقريبا. وفي المناطق الرطبة، كانت قارعة الطريق محدبة لتسهيل جريان الماء.

وبدأ بناء الطرق الحديثة في عهد الثورة الصناعية







مابين القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. فالطريق العادية تشتمل على قاعدة من الحجارة الصغيرة أو صفائح من الاسمنت المسلح. ويغطى ذلك كله بردم من مواد مختلطة ويسوّى بضاغط لمنع الماء من التسرب. ويتكون سطح الطريق من حصى مغطى بالزفت أو الحمر للحم جميع العناصر وتعبيد الطريق نهائيا.

وبالنسبة للطرق الكبرى ذات حركة سير مكثفة تقام أسس من الاسمنت المسلح لتحمل ثقل الشاحنات الضخمة التي تستعمل الطريق. وبعد ذلك تستعمل أوراق كبيرة عقيدة لمنع تسرب الماء، وعلى السطح، يستعمل الاسمنت المسلح لكونه يمتاز بتوزيع الثقل بكيفية متكافئة ومتشاكلة لأن كتلته متماثلة في جميع نقط قارعة الطريق. كما أن بالامكان القيام بقياس دقيق لسمكه. وعندما يتصلب الاسمنت المسلح يغطى بالاسفلت.

وفي الوقت الراهن تراعى بعناية متطلبات السير المكثف في صناعة الطرق الواسعة دون إغفال مشكلة السرعة، ولذلك تطور أسلوب انشاء الطرق لضمان رؤية

جانبه : الرسم 1 : كانت الطرق الرومانية تقام على أرضية من طين (1) مغطاة بطبقة من الحصى والتراب المدكوك (2) وفوقها تلبيس متين (3) وسطح مبلط (4). وعلى الجانبين تنصب حجارة للدعم (5) وتمد قنوات لصرف المياه (6) .

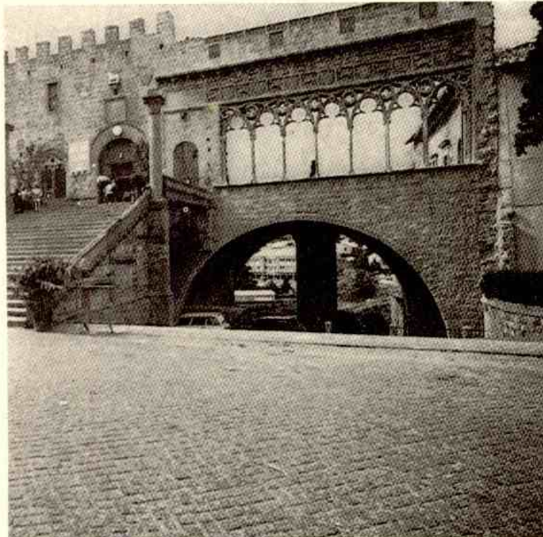
الرسم 2 : تبليط يتمثل في أساس مسنم (1) وطبقة من الحجارة سمكها 10 سم (2) وطبقة حصى سمكها 10 سم (3) وسطح من الحجارة المفتتة .

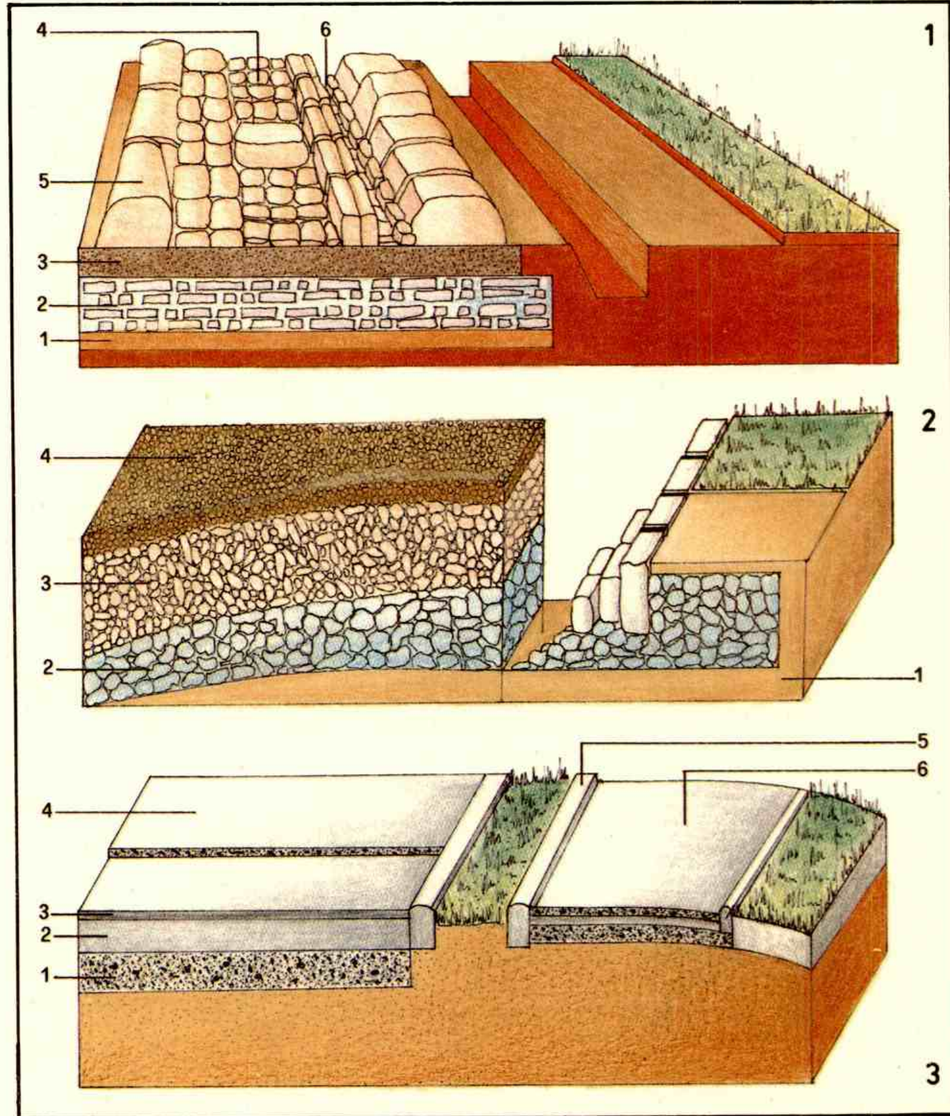
الرسم 3 : تبليط من الأسفلت مكون من أساس محبب (1) وطبقة اسمنت سمكها 25 سم (2) وطبقتين من الأسفلت المكبوس (3 – 4) ودعامة من الأسمنت (5) وأساس من الأسمنت لدعم الأسفلت (6)

صورة 1 : بقايا طريق روماني بإيطاليا .

صورة 2 : ساحة بالتبليط الروماني .







جيدة وبفضل منعطفات ذات شعاع عريض وناتىء للحدّ من مفعول القوة النابذة التي تؤثر على السيارة فور دخولها المنعطف بسرعة معينة.

ويتراوح عرض الطرق الكبرى الحالية ما بين 22 و30 مترا، وهي خالية من الملتقيات حيث عوضت هذه الأخيرة بمسالك تحارضية أو معلاة. كما أن مشكل الانارة كذلك قد تم حلّه، وذلك باستعمال أنظمة استضاءة تقلص من السدر وتضمن رؤية ملائمة وممكنة في حالة الامطار والضباب.

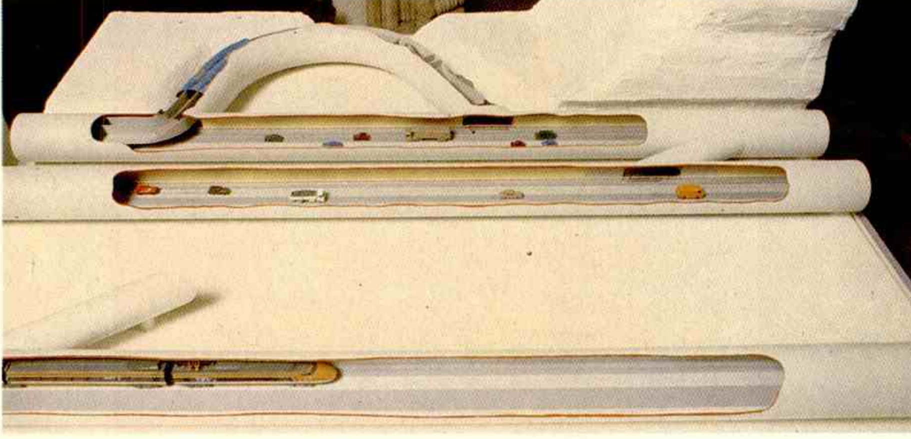
وتدرس مختلف المشاكل المتعلقة بالسير على الطرقات، ومنها الأمان والضجيج، في مختبرات البحث المتخصصة تحت اشراف مهندسين مختصين في هذا الميدان.

ولتجاوز حاجز يتمثل في نهر أو واد، تستعمل القناطر لمدّ الطريق. وبدأ بناء القناطر الطرقية في ايطاليا في عصر النهضة عندما درس علماء مثل برونيليشي Brunelleschi وليونارد دي فانسى L.de. Vinci،

الصورة 1. قطار أحادي الخط بطوكيو، وتظهر تحته الطرق العالية.

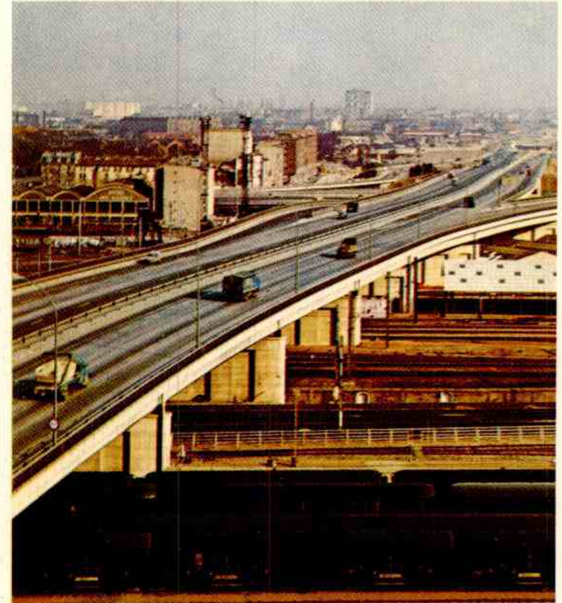
الصورة 2. محوّل الطرقات بباريس (بورت دي لاشابيل) وهو نموذج آخر لتنظيم النقل البري.

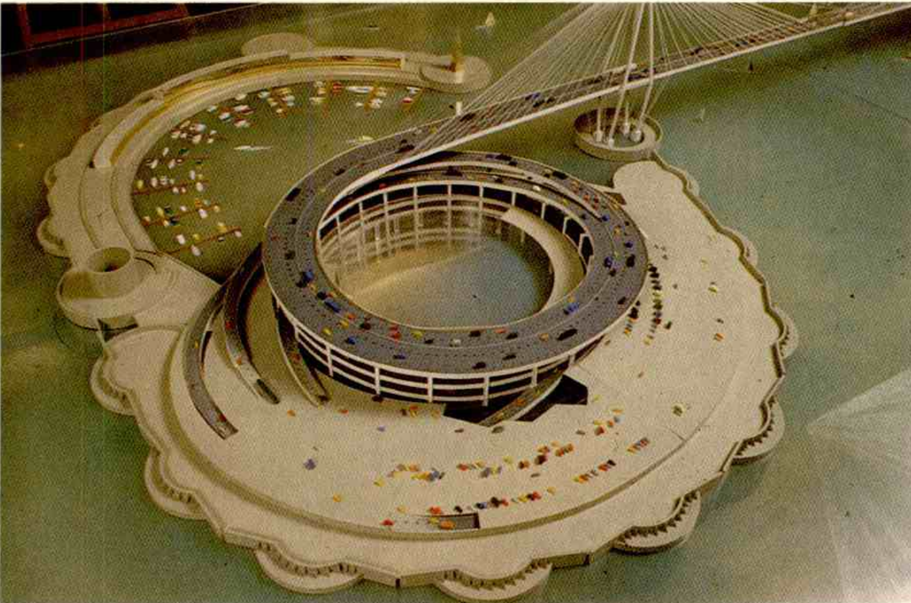
الصور 3 و4 و5: مناظر لمشروع حفر قناة المانش، ونلاحظ الطابع العصري والمتطور للتجهيزات.











مبادئها وتقنياتها. ولم يستعمل الحديد في تمتين القناطر إلا في أواخر نهاية القرن الثامن عشر. وهناك ثلاثة أنواع من القناطر: المعلقة والمعمدّة والمقوسة.

فبالنسبة للقناطر المعلقة، تقدر بدقة درجةُ متانة ومقاومة المواد من خلال عدة تجارب أولية تخضعها لمختلف القوى المؤثرة. ففي سنة 1820 مثلا، عند إقامة أول جسر متعلق ظهر أن أحسن مادة هي الكبل المقلّد. وبالفعل فما زالت الجسور المعلقة إلى يومنا هذا مدعّمة بكبال فولاذية نصبت على اعمدة من الفولاذ كذلك.

أما النوع الثاني من القناطر فهي ذات الأعمدة المستقيمة من الفولاذ مع دعامات في أطرافها، وبعد ذلك تستعمل عوارض ناتئة متداخلة فيما بينها، وتكون كل عارضة مزودة بأطراف مثبتة بأحكام لضمان توازن الطرف الحرّ الذي يبقى فوق الفراغ متصلا بعارضة مماثلة تأتي من الضفة المقابلة. وهناك أدرع عوارض ناتئة يصل طولها إلى 176 مترا.

أما الجسور المقوسة فهي تصنع من الفولاذ والاسمنت المسلح وتقوم بعبور مسافات طويلة بشكل مباشر. وأطول جسر مقوس يعبر سفين سوند بين النرويج والسويد، ويبلغ طوله ستين مترا.

وعلى عكس الجسور المعلقة التي تكون كبالها متوتّرة فالجسور المقوسة تتحمل الثقل با لانضغاط وتنقل الاهتزازات الى القاعدة.

وبفضل تطور تقنية المتفجرات، فقد أصبح بالامكان شق طرق عبر الجبال بواسطة الأنفاق. وقد بدأ حفر هذا النوع من الممرات في سويسرا بعد سنة 1707 باستعمال متفجرات من البارود توضع في حفر وسط الصخور عمقها ستون مترا. وكانت طريق سان غوثار أول انجاز في هذا المضمار.

وفي سنة 1829 قام جورج ستيفانسون (G.Stephenson) بشق أول نفق لمرور خط حديدي. وبعد سنة 1850 تكاثرت الانفاق الحديدية في جبال الألب وأقدمها هو نفق مونت سينيس الذي يبلغ طوله أزيد من 13 كلم.

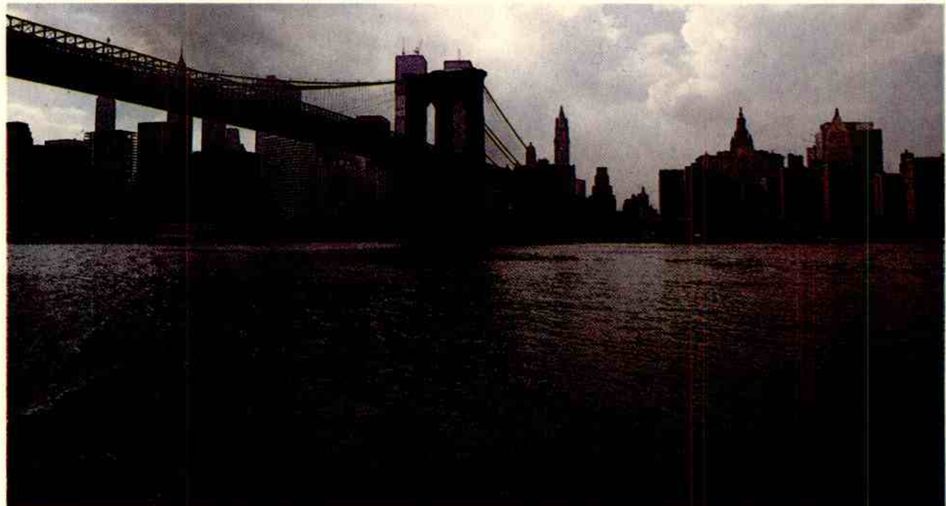
وفي الوقت الراهن تستعمل تقنية متطورة لحفر



جسر غولدا غات بريدج بسان فرانسيسكو (الولايات المتحدة) .







الصورة 1 : قنطرة قديمة على نهر تيسان بإيطاليا .

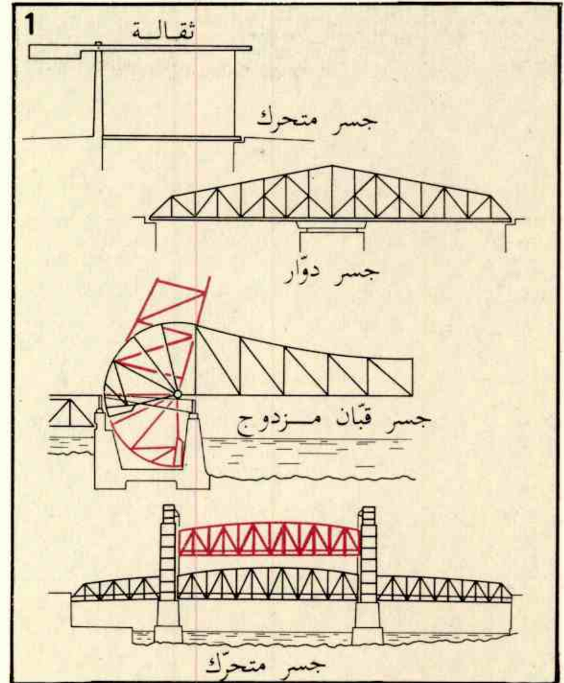
الصورة 2 : جسر تاور بريدج على نهر تايمز بلندن .

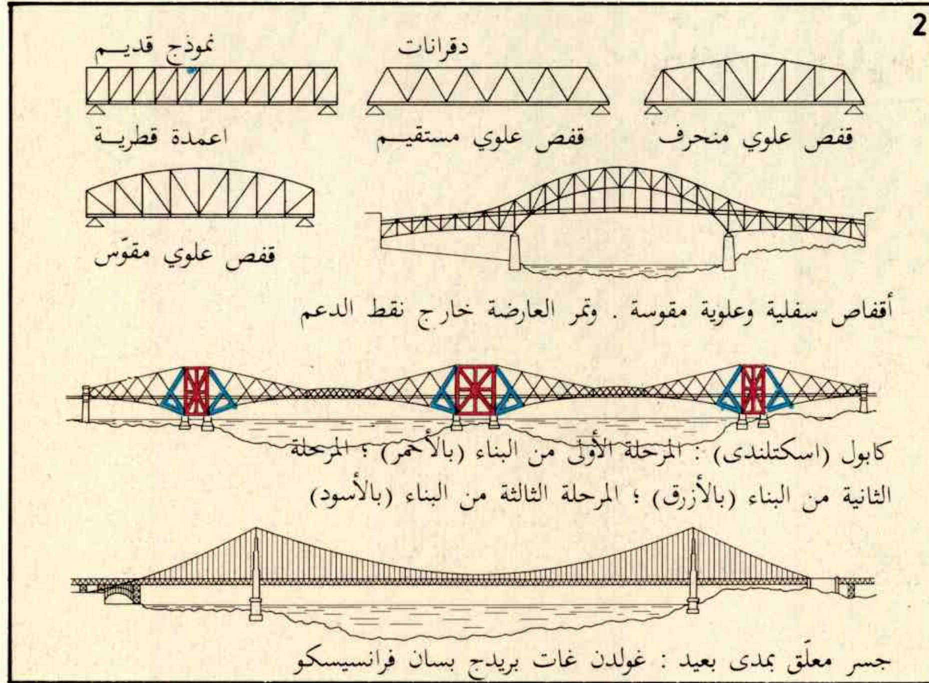
الصورة 3 : جسر فيرازانو بنيويورك وهو معروف باسم قنطرة بروكلين . ونلاحظ اختلاف الأشكال الهندسية في هذه القناطر كلها .

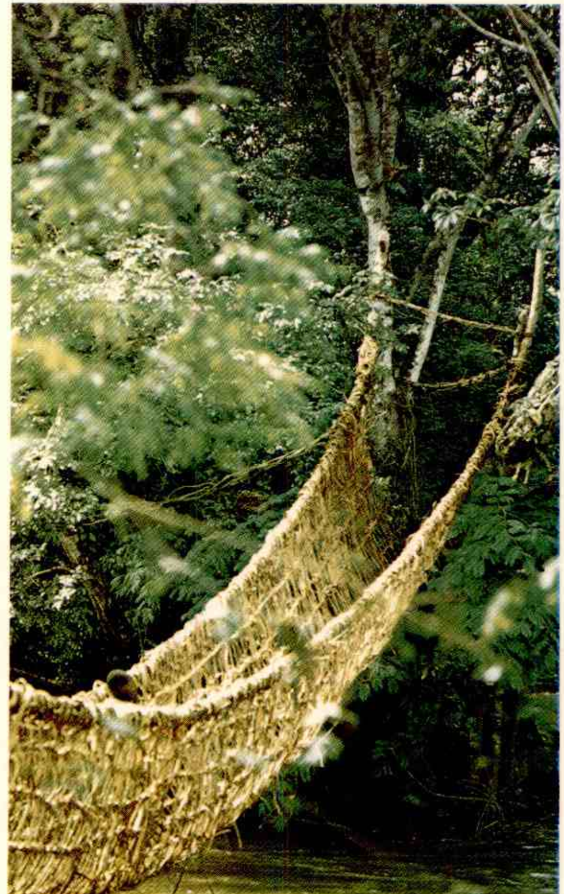
تختلف أساليب تشييد القناطر حسب الحاجيات والاستعمالات فهناك قناطر معلقة وجسور مقوسة . في الرسم 1 : رسم بياني لبعض القناطر الاحتياطية . في الرسم 2 : مختلف أنواع القناطر مع مراحل البناء .
في الصورة : قنطرة بدائية من العوارش الموجودة في الغابات الاستوائية . وفي المربع الرمادي : أطول الجسور في العالم .

الانفاق سبق اللجوء اليها لحفر نفق مون بلان سنة 1963 إذ بدأ الحفر من جهتين، أي من سفح ايطاليا ومن سفح فرنسا حيث التقى فريقا العمال في نهاية المطاف عند النقطة الوسطى.

فبعد دراسة كل المعطيات، تأتي مرحلة المتفجرات التي يعقبها عمل الحفارات الكهربائية التي تخترق الجبل







أطول الجسور في العالم

البلد	الاسم	الطول بالمتر
الولايات المتحدة (لويزيان)	جسر بحيرة بونشارتران	38350
الولايات المتحدة (أوتا)	جسر البحيرة المالحة الكبرى	31000
الولايات المتحدة (فلوريدا)	جسر سان بترسبورغ	24000
الولايات المتحدة (كالفورنيا)	جسر ترانسباي	12000
الولايات المتحدة (واشنطن)	خليج شيزابيك	19300
فنيزويلا	جسر ماراكايبو	8800
الولايات المتحدة (ميشيغان)	جسر ماكيناك سترايتس	8060
الولايات المتحدة (لويزيان)	جسر ميسيسيبي	7500
الصين (نانكين)	يانغ تسيو	6700
الولايات المتحدة (كالفورنيا)	جسر سان فرانسيسكو أواكلاند	6191
الولايات المتحدة (تكساس)	جسر غالفستون باي	5390
هولندة	جسر ايسكوت اوريانتال	5000
الولايات المتحدة (نيويورك)	فيرازانو	4800
رومانيا	جسر سيرنافودا على الدانوب	3850
زامبيا	زامبيز	3677
الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	نهر ايست باي	3600
ايطاليا (البندقية)	قنطرة لاغون	3600
الصين (تسي نان)	هوانغ هو	3247
الولايات المتحدة (ايلينوا)	جسر أوهيو (كايرو)	3219
بريطانيا	جسر تاي (دوندي)	3214
الدانمارك	جسر ستورمستروم	3200

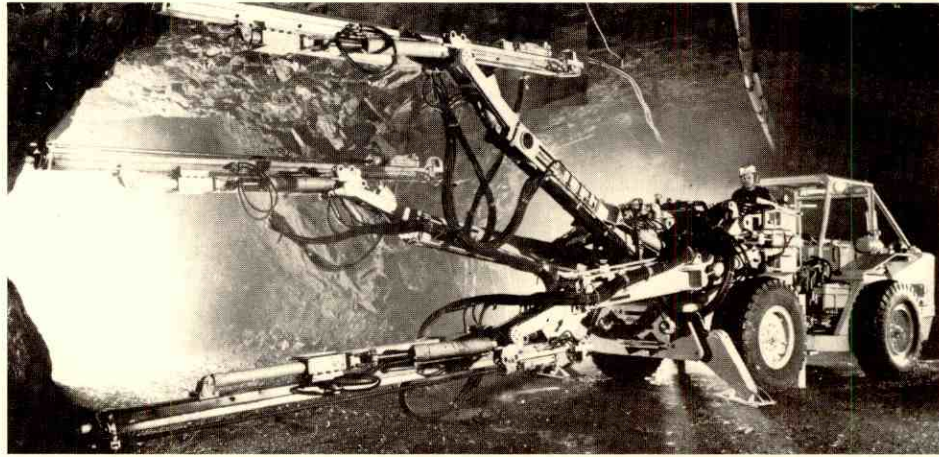
تدريجيا. وتتبعها بعد ذلك خلاطات الاسمنت الضخمة التي تقوم باعداد الاسمنت المسلح لتغطية الجدران الباطنية للنفق بطبقات يزيد سمكها عن ستين سنتيمترا.

ويعد نفق مون بلان (Mont Blanc) أطول نفق طرقي، وهو يربط بين فرنسا وايطاليا. وبفضل الاثني عشر كيلومتر التي يبلغها طوله، يقوم باختصار مسافة طولها حوالي 160 كلم. وبالنسبة لقمة الجبل، يقع النفق عند حوالي ثلاثة كيلومترات من العمق. وهو مزود بمناطق لوقوف السيارات على بعد كل 300 كلم حيث توجد قاعات للانتظار مكيفة الهواء وبها محطات للهاتف يستعمل في حالات الاستعجال أو الخطر وعند طرفي النفق تتكثف الاستضاءة الكهربائية تدريجيا لتكييف البصر مع الرؤية العادية بعد الخروج من النفق.

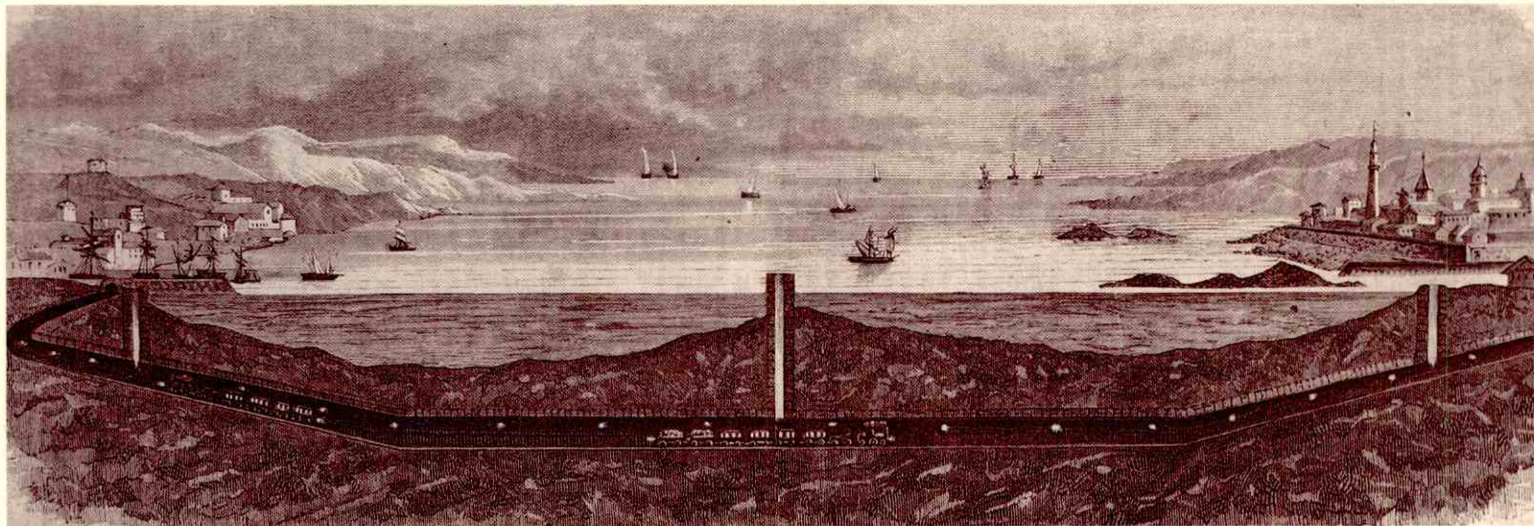
وتتوفر أغلب الانفاق الحديثة على بنية مزدوجة: فهناك جزء علوي يستعمل للسير وجزء أسفل يصلح للتهوية ومصالح الصيانة والكبال الكهربائية وغيرها. ففي الجزء الأسفل من النفق الطرقي لجبل سان بيرنار يمر كذلك أنبوب نفطي.

ومع التصاعد المستمر للسير على الطرقات أصبح نظام السير بالغ التعقيد. فقد بلغ تكثف الازدحام على الطرقات أوجه وزاد من حدة المخاطر التي تساهم فيها كذلك سرعة السيارات التي مافتئت تتطور صناعتها في هذا الاتجاه. ذلك أن أعداد ضحايا حوادث السير على الطرقات تتزايد يوما عن يوم في جميع انحاء العالم. ومن أجل ذلك تكونت معاهد ومراكز للبحث العلمي المتخصص في هذا الميدان لبناء طرق مستقبلية ذات أكبر قدر من الضمان والأمان مع تمكين السائقين من كسب الوقت واقتصاد الوقود. وفي هذا الاطار يندرج انجاز الطريق الاليكترونية التي تمكن من تكييف السرعة الفائقة للسيارات مع ظروف الأمن على الطريق. ففي الولايات المتحدة تم الشروع في تجريب نظام للطريق السيار الاليكتروني المعد للسيارات الاوتوماتيكية التي تسير بدون سائق والسيارات النصف الأوتوماتيكية التي يوجه فيها السائق بواسطة اشارات اليكترونية. ويوجد كبل مدفون

الصورة 1 : يتطلب حفر أنفاق استعمال آليات ومعدات خاصة بالحفر المكثف .
الصورة 2 : مدخل نفق حديث .
الصورة 3 : جزء من نقش قديم : يبين مشروع بناء نفق تحت المانش .









تحت القارعة يرسل الاشارات اللازمة وتسير السيارات في «مدارات مكشوفة» مثيرة بذلك دفعات تتحول إلى إشارات ضوئية توجه لسائقي السيارات وإلى أوامر توجيهية لقيادة السيارات الاوتوماتيكية.

الاّ أن مشكل ازدحام السير على الطرقات داخل المدن مازال يطرح مشاكل لم يتم بعد حلها بشكل فعال. وفي هذا المضمار، يبقى على المختصين في اعداد الحواضر أن يعيدوا النظر في تصميم المدن وخاصة مراكزها لتجاوز مشكل التكثف والازدحام. ذلك أن جميع المراكز تعرف ازدحاما لامثيل له في بعض أوقات العمل، الى درجة أن السير يتوقف احيانا ساعات طوال قبل أن يتواصل.

وبما أن هدم المراكز الحضرية واعادة بنائها ليس سهلا، فهناك الحلول الجزئية التي تلجأ اليها المصالح الطرقية بتوزيع السير على الطرقات كمنع بعضها على نوع من السيارات كالشاحنات وتخصيص السير على اتجاه واحد في الطرق الضيقة وتوزيع مجالات سير الدراجات والراجلين وفصلها عن الطريق المعدة للسيارات وغير ذلك من الحلول الظرفية في انتظار حلول أكثر فعالية.

ومن الحلول المستقبلية إقامة المدن ذات عدة طوابق، حيث يمشي الراجلون في الممرات الهوائية والسيارات على الطرق الموجودة عند مستوى الأرض والقطارات تحت الارض. وفيما يخص السير تحت الأرض، توجد حاليا تقنيات قيد التطبيق وخاصة في المدن المزودة بالميترو حيث يعتمد نظام تلفزي خاص بضبط وتنظيم سير القطارات وتوزيع السكك.

ومن بين الحلول الناجعة التي تمكن تبنيها بحيث أصبحت متداولة لتفادي سلبيات ازدحام السير على الطرقات نظام الطرق السيارة (أوطوروت). إذ يمكن تطبيقه كذلك داخل المدن بدل الاقتصار على ضواحيها. ذلك أن الطريق السيار لاتتخلله مفترقات ويمكن بناء طرق من عدة مستويات كما يمكن بناء العمارات على أعمدة فوق هذه الطرق.

وفيما يتعلق بالسكك الحديدة والقطارات فقد رأينا أنها بدأت تتحول تدريجيا في جميع البلدان الى نظام واسع للخدمات الاجتماعية. فرغم تكاثر وسائل نقل أخرى بأقل تكلفة فما زال القطار ذا فعالية في جميع البلدان لكونه ينقل ما يصعب نقله بواسطة الشاحنات والسيارات، وفي كبريات الحواضر تبقى الوسيلة الوحيدة لنقل العمال والموظفين من المراكز الى الضواحي بانتظام. وقد خففت أنظمة أخرى للنقل من اعباء القطارات والسيارات. ويتعلق الأمر بالنقل عبر الانابيب التحأرضية وخاصة فيما يتعلق بالغازات والسوائل.



تعد الأنفاق وسيلة فعالة لاختصار المسافات وتجاوز الحواجز الطبيعية التي تتمثل في الجبال والبحار والأنهار. والأنفاق الحديثة مجهزة بأنظمة لمراقبة وضبط السير، كالاشارات الضوئية الخاصة بالسيارات والقطارات من أجل تعديل السرعة والاخبار بالحوادث ومستوى التهوية وغير ذلك من الضروريات.

أ. مدخل نفق مون بلان الذي يربط بين فرنسا وإيطاليا مخترقا أعلى جبل في العالم وبه محطة للمراقبة المستمرة.

النقل البحري والنهري

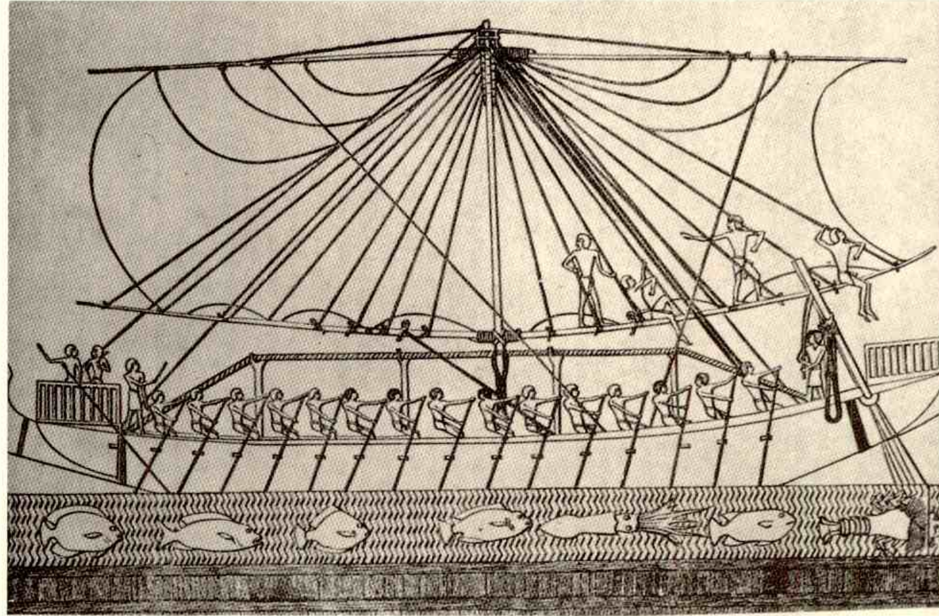
تستعمل المجاري المائية كذلك لنقل الحمولات الثقيلة عبر مسافات طويلة بواسطة المراكب والبواخر التي تعد من وسائل النقل الفعالة في هذا الميدان والقليلة التكاليف بالمقارنة مع الوسائل السابقة الذكر. ومن المعلوم أن انتشار الحضارات وتبادلها قد تم قسط وافر منه عبر التاريخ بفضل وسائل النقل المائية.

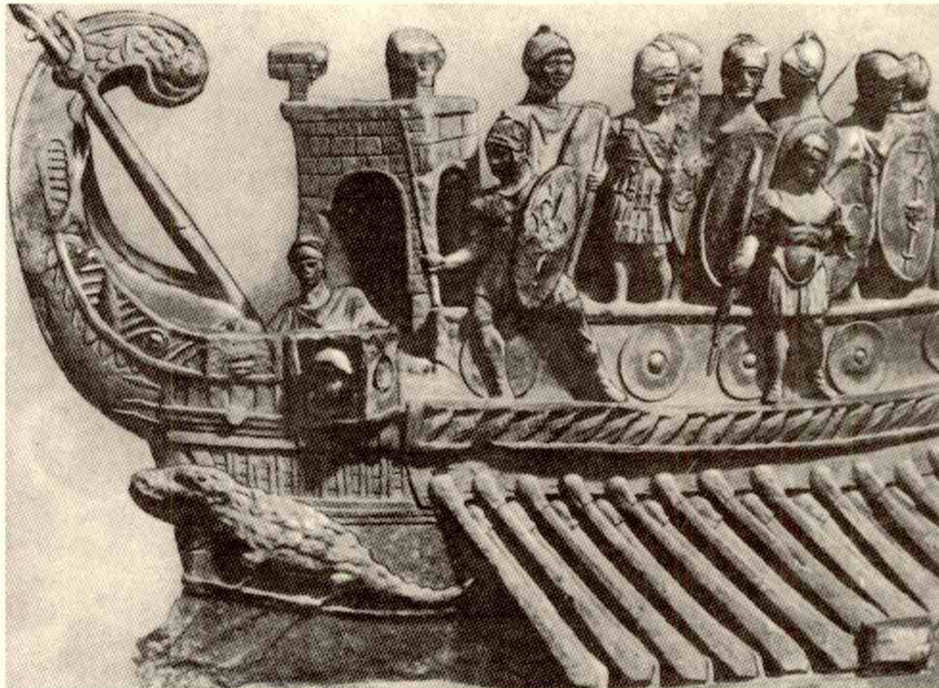
وتتميز البواخر والمراكب بخلوّ نظام سيرها من المشاكل التي يعرفها النقل البري عموما. فلم تعرف في نشأتها مشكل الاحتكاك الذي عرفته العجلة وسارت حقبا طويلة من الزمن بطاقات طبيعية كالريح والماء التي لاتكلف شيئا من الناحية الاقتصادية ماعدا الطاقة العضلية للانسان أثناء التجذيف، وذلك إلى أن بدأ هذا الأخير يفكر في خوض غمار البحار والمحيطات.

وفيما يخص الملاحة عبر المجاري المائية، فقد أنجز فيها تقدم هامّ إنطلاقا من القرن الماضي سواء من حيث الدفع أو صناعة البواخر. ذلك أن البواخر والمراكب أصبحت تصنع من الحديد ثم الفولاذ بدل الخشب قديما، الشيء الذي مكن من انشاء بواخر ومراكب ضخمة وقوية. وفي نفس الوقت، استعمل البخار ليحل محل الأشرعة إذ تخلصت المراكب من خضوعها لتقلبات الرياح.

وهكذا يتجلى أن النقل البحري والنهري قد تحدد مصير تطوره بتوفر المواد التي تصنع منها السفن والبواخر. ذلك أن المصريين القدماء صنعوا سفنهم من القصب الموجود على مقربة من الماء وغيرهم من جذور الأشجار التي كانوا يفرغونها، كما أن الاسكيمو مازالوا يستعملون جلود الحيوانات التي يمددونها على اطار مصنوع من قطع الخشب الصغيرة الموجودة على ضفاف الانهار.

أما التاريخ المرتبط بسرعة ابحار السفن فهو كذلك من الاهمية بمكان. فالسفن الشراعية (القادسات) الأولى التي عرفها حوض البحر الأبيض المتوسط كانت تجري أساسا بقوة المجاديف، إذ لم تظهر الأشرعة الحقيقية الدافعة بقوة الرياح الاّ حوالي سنة ألف.





جانبه : رسم لأحد المراكب الأولى ، وهو من صنع مصري خلال العهد السابع عشر ، حيث كان العبيد يجذفون على إيقاع يفرضه قائد المركب بينما الملاحون يراقبون الطريق على شواطىء البحر الأحمر الذي كان المصريون يجوبونه بحثا عن الذهب وثروات أخرى لتزيين قصورهم .

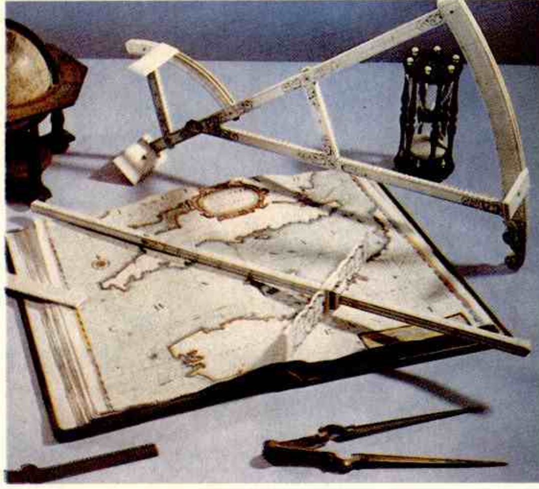
أسفله : قادس روماني .

كانت الملاحة البحرية في القديم من أكبر المشاكل التي واجهت الانسان . وكان الفينيقيون والعرب والفيكنغ دور كبير في اختراع السفن وتطويرها في العصور القديمة . ومنذ ذلك العهد ما فتئت تقنيات الملاحة البحرية تتطور إلى أن آلت إلى ما هي عليه حاليا من تقدم .

الصورة 1 : مثال للشجاعة والبراعة : ويتعلق الأمر بكون تيكي KON TIKI (متحف أصلو) وهو طوف مصنوع من البلزا الخفيف ، استعمله ثور هيردال TH. HEYERDAHL سنة 1947 لقطع مسافة 8000 كلم عبر المحيط الهادي .

الصورة 2 : أسطول غيوم (القرن الثاني عشر) .

الصورة 3 : مختلف أدوات الملاحة .







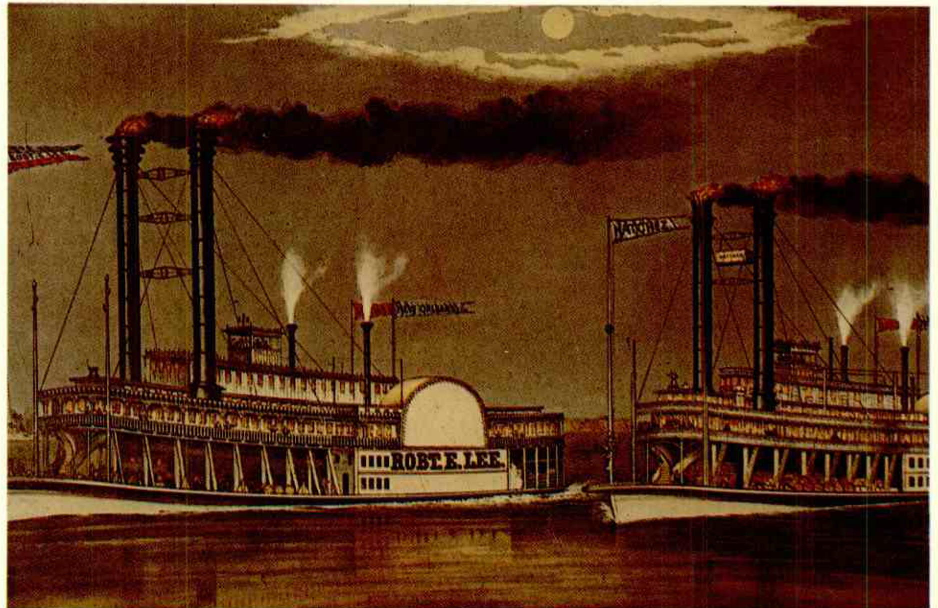


وكان للثورة الصناعية الكبرى أبلغ الأثر في تطوير صناعة السفن وتحسين سرعتها ومتانتها إذ استعمل الحديد في تشييدها ثم الفولاذ فيما بعد بفضل الاستغلال المكثف للمناجم.

أما من ناحية الدفع فقد مكن اختراع الآلة البخارية من تجاوز الأشرعة وخاصة في المناطق الغنية بمناجم الفحم.

وفي القرن العشرين ظهرت تغييرات جديدة في ميدان الدفع لأن الآلات البخارية سوف تعوض بالتربينات والفحم بالمازوت لكونه أكثر اقتصادا في انتاج البخار. ومالبثت محركات ديزل القليلة التكاليف أن غزت صناعة السفن في مرحلة لاحقة.





وفي الوقت الراهن تستعمل الطاقة النووية لتسيير الغواصات المتطورة وبعض البواخر المتخصصة كالسفن الحربية وغيرها.

والجدير بالذكر أن التحسين الطارىء على الموادّ والاكتشافات المتعلقة بالدفع سواء بالنسبة للبواخر أو الطائرات، يبقى مرهونا بالبحث العلمي المتخصص لتحقيق ملاحة بحرية وجوية ملائمة. وفي هذا الميدان كذلك انجز تقدم هائل في العقود الأخيرة. فخلال قرون مضت كان البحارة يحددون مواقعهم في البحار اعتمادا على الشمس والنجوم، ولم يكن من السهل دائما اتخاذ المسار المستقيم والمضمون. وبفضل تطوير تقنيات رسم الخرائط واختراع البوصلة أصبح من الممكن تحديد المواقع والتوجه الملائم أثناء الابحار.

وقد طرح آنذاك مشكل آخر يتمثل في تحديد موقع السفن بالنسبة لسطح الأرض. الا أنه في القرن الثامن عشر تم اختراع الكرونومتر (مقياس الوقت) الذي مكن من تقدير دقيق لخطوط الطول.

ومع اختراع الراديو، أصبح بالامكان تحقيق ابحار سريع وآمن. إذ يلعب هذا الجهاز دورا فعالا على مختلف المستويات. فبفضله يعرف التوقيت بدقة أكثر من الكرونمتر مما يسهل تحديد الموقع. وهناك أيضا المنقل الاشعاعي المستعمل في بداية القرن، ويتكون من جهاز استقبال راديو متصل بهوائي ذي إطار يتم تدويره بحيث تتغير قوة الاشارات المرسلة من المحطات الأرضية تمكين تحديد موقع السفينة واتجاهها بدقة.

وفي الابحار في عرض السواحل تستعمل كذلك المنارات الاشعاعية لتقديم مساعدة إضافية للسفن بواسطة أضواء ملونة (حمراء وخضراء وبيضاء) ترسلها نحو مختلف جهات البحر.

وفيما بعد، استعمل الرادار الذي يعد الان أنجح وسيلة لتوجيه السفن وتحديد مواقعها. وهو يرتكز على مبدإ الموجات الاشعاعية القصيرة التي ترسلها الأجسام الصلبة والتي تنتقل دائما بنفس السرعة، بحيث يمكن من تحديد المسافة الفاصلة بين السفينة والأرض أو حواجز أخرى بدقة بالغة، وذلك بقياس الزمن المستغرق من قبل

أعلى : برشلونة : الكارافيل التي قطع بها كولومبوس المحيط الأطلسي ما بين 1492 و 1505 .
جانبه مراكب القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة ، وكانت تستعمل عادة في الملاحة النهرية لنقل البضائع وخاصة عبر نهر الميسيسيبي .

1 . المراكب النهريـة :

1 : مركب بخاري يستعمل في البحيرات الكندية ، وهو وسيلة النقل الرئيسية في بحيرات ومجار مياه اميركا الشمالية .

2 : صندل صهريج بلجيكي على نهر الرين . ويتم جرّه بساحبات .

3 : قارب فرنسي ذاتي السحب بمحرك ، تبلغ حمولته حوالي 1200 طنا ، وهو كثير الاستعمال لطاقته الاستيعابية هذه ولسرعته .

4 : باخرة صهريج هولندية لنقل النفط والمحروقات .

5 : دافعة أميركية مربّعة الواجهة تدفع مابين 2 و 60 صندلا مستطيلا تربط فيما بينها بمدّادات .

6 : ساحبة ألمانية تجر مراكب ضخمة

7 : ساحبة ميناء هولندية ، تستعمل لاقلاس السفن الكبرى .

8 : مركب نهري أندونيسي لنقل الركاب

9 : مركب شراعي على نهر التاميز . وكان هذا النوع مستعملا لنقل البضائع الى مسافات قصيرة

10 : باخرة سياحية ألمانية للتجول على صفحة نهر الرين

11 : معدّية أميريكية لنقل الركاب والسيارات على البحيرات الكبرى والأنهار .

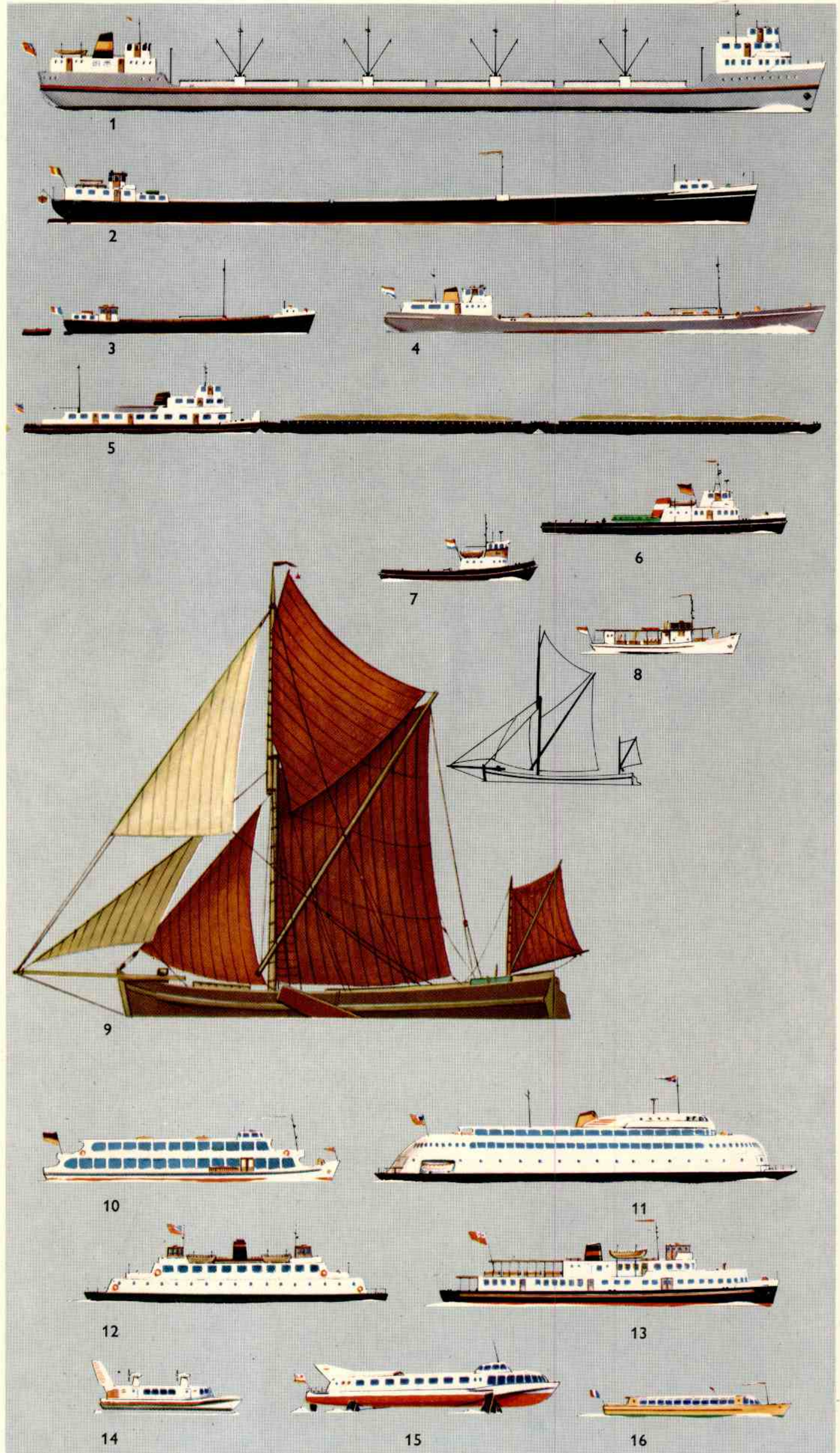
12 : معدّية في ميناء نيويورك . تحمل السيارات من الجهة الخلفية وتنزل من الجهة الأمامية أو العكس .

13 : باخرة رحلات انجليزية للملاحة الساحليّة

14 : باخرة على وسادة هوائية (انجليزية)

15 : زلّاقة مائية روسيّة تحوّم بواسطة بمراوح .

16 : قارب نزهة فرنسي للجولات السياحية على نهر السين .





الموجة للوصول إلى تلك الحواجز. وهناك أجهزة اليكترونية تقوم بعد ذلك بترجمة المسافات المقدرة على رسم تبياني لتظهر على شاشة شبيهة بشاشة تلفاز.

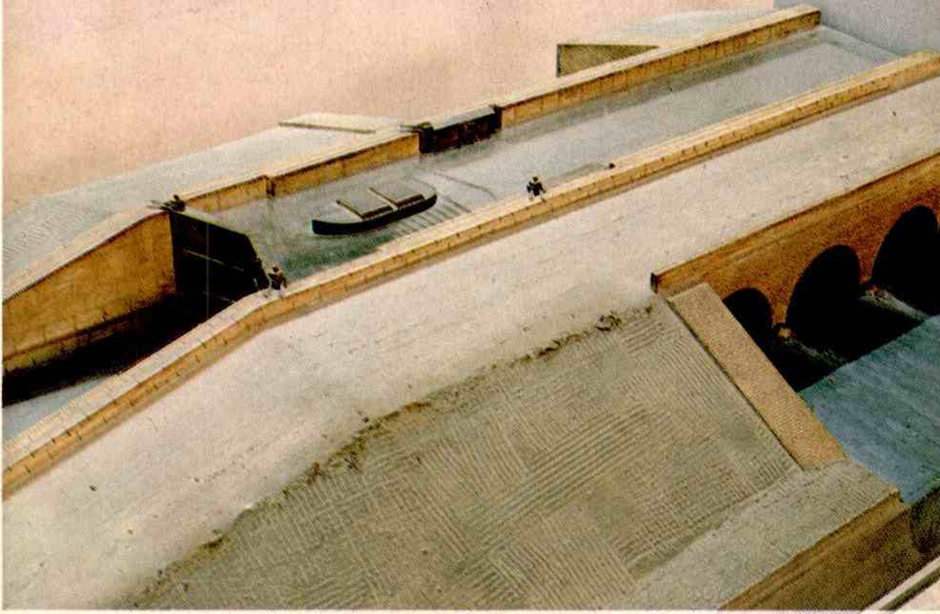
وعلى غرار الطائرات، فقد أصبحت البواخر الحالية مزودة بمختلف التجهيزات الخاصة بتسجيل المسار والموقع بالنسبة لنقط مرجعية محددة حيث ترسم خطا متواصلا على خرائط معدّة لهذا الغرض.

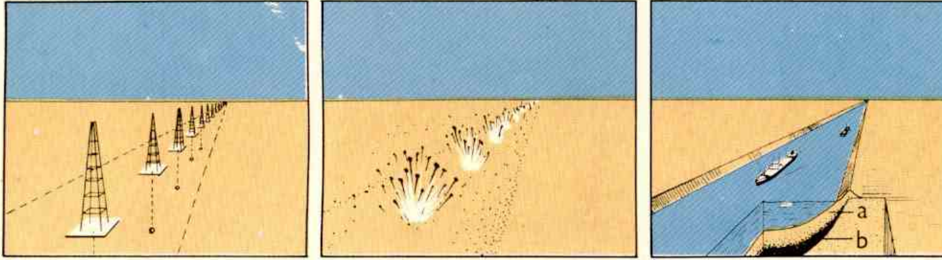
أما الغواصات التي تبحر في اعماق البحار فهي مجهزة بآلات مختلفة نظرا لما يمثله الماء من حاجز بالنسبة للموجات الاشعاعية. وهكذا تم اختراع جهاز يعرف بالموجه الجزري وهو يقوم بقياس السرعة والبطء والتوجه. وترسل القياسات الى جهاز اعداد يرسم الموقع والجهة منذ اقلاع الغواصة.

وتبدأ رحلة البواخر من الميناء لتنتهي عنده. والميناء هو النقطة الرابطة بين البحر واليابسة. فمنه تُشحن البضائع وفيه تفرغ وهو في نفس الوقت «مرأب» الباخرة الذي تلجأ اليه أثناء حدوث الطوارىء كالزوابع والعواصف وهناك موانىء طبيعية تمثلها جوينات الشواطىء الا أن الشواطىء المفتوحة تتطلب اعدادا خاصا لجعلها موانىء صالحة لاستقبال السفن، حيث تبنى بها سدود اصطناعية لمنع الأمواج من الارتطام بالميناء. وهناك مراكز متخصصة في البحث الهندسي والطوبوغرافي لبناء الموانىء وتجهيزها مع مراعاة جميع الظروف المتعلقة بها كالطقس وحالة التربة وموقع الميناء وغير ذلك من المعطيات.

ولتفادي الاضرار التي قد تلحقها أمواج المحيطات بالميناء والسفن، تم اختراع رباعيات الارجل، وهي كتل من الاسمنت بأربع أرجل تكسر قوة الأمواج وتمكن الماء الفاقد لقوته من التسرب بين الارجل نحو الميناء.

وتهتم الدراسات البحرية كذلك بالتجهيزات المعدّة لشحن البضائع وافراغها. وتوجد في الموانىء الكبرى تجهيزات جدّ متطورة تقوم بمختلف العمليات في ظرف زمني قصير مع ضمان سلامة البضائع. وقد عوضت هذه التقنيات الاساليب التقليدية التي مازالت قيد الاستعمال في الموانىء الصغرى والمتمثلة في الرافعات التي تنقل الحمولات قطعا قطعا ثم تودعها في مخازن على أكتاف العمال.







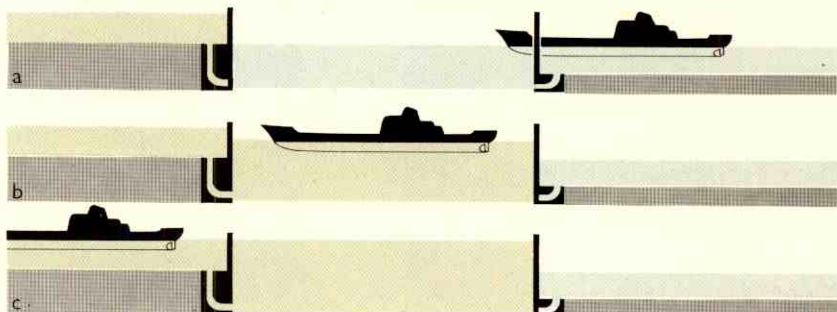
جانبه : باخرتا « ليوناردو دي فانسي » .
و « ميسيلانجيلو » الاطاليتين وقد فككتا لنقل المسافرين .

أعلى : قناة للملاحة مجهزة بنظام أهوسة .
أسفل : قناة السويس .
وسط : حفر قناة : وتتعدد تقنيات الحفر حسب عمق القناة وعرضها ونوعية التربة . وقد تم شق قناة السويس خلال عشر سنوات ، وهي مدة قياسية إذ اعتبرنا أنها انجزت أساسا بسواعد العمال . أما قناة باناما فقد استفادت من التقنيات المتطورة حيث استعملت فيها المتفجرات النووية . فهناك انفجارات تحفر المجرى ، ثم طبقة من الاسقاطات (أ) تقوم بتغطية الطبقة الاشعاعية النشاط التي تتكون بعد الانفجار (ب) .

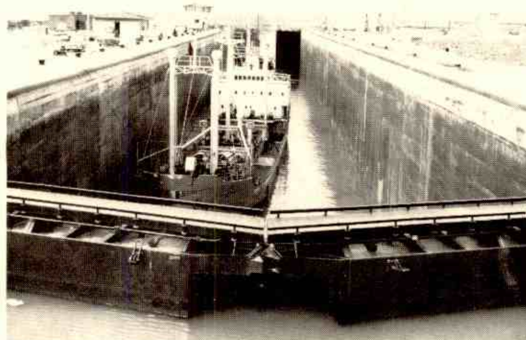
وفي الموانىء الكبرى ذات التجهيزات المتطورة تستعمل عربات رافعة تحمل البضائع على ألواح ذات مقاييس قارة ومحددة مسبقا إضافة الى اشرطة ناقلة تجر البضائع مباشرة من المخزن الى البواخر. وكل هذه الوسائل تستجيب لمتطلبات العصر من السرعة والفعالية والجودة.

ومن أهم الانجازات البحرية، حفر القنوات الكبرى لاختصار المسافات التي تقطعها السفن في عرض المحيطات. وكان تنال السويس عند الانتهاء من حفره سنة 1869 يعدّ أكبر عمل في تاريخ الاشغال العمومية في العالم آنذاك. فقد استغرق العمل فيه عشر سنوات تحت إشراف المهندس الفرنسي فيرديناند دي ليسيبس (F.de LESSEPS) والذي كان يشرف على أزيد من 30 0003 عامل مصري ثم بعمال مختصين في مختلف تقنيات الحفر والبناء لجرف عشرات الملايين من الامتار المربعة من الرمال. وأطول قنال في العالم في الوقت الراهن ممر نهري وبحري في نفس الوقت وهو قنال سان لوران وطوله 3700 كلم حيث يربط وسط المحيط الاطلسي بأمريكا الشمالية. وقد مكن البواخر من العبور مباشرة نحو المراكز الصناعية في امريكا الشمالية دون حاجة الى المرور حول القارة كلها. وقد تم انجازه قرنا بعد قنال السويس. واستعملت في شق قناة سان لوران آليات ضخمة قامت بحفر خمسين مليون متر مكعب داخل القنال، كما بنيت سبع هوايس ضخمة بسبب فرق الارتفاع بين المحيط الأطلسي والبحيرة العليا ثم شيد سد لضبط مستوى الماء إضافة الى سدين آخرين لتزويد المحطات الكهربائية ثم قناطر معلقة وجسور معمدة دوارة، وتم رفع الجسور السابقة الى 15 متر مما كانت عليه سابقا كما تم توسيع جسور أخرى لتمكين البواخر الكبرى من المرور تحتها. وقد تطلب ذلك ازاحة عمارات بأكملها ثم نقلها دون إتلافها لوضعها فوق أسس اخرى. ولم تتوقف الاعمال منذ بدايتها بفضل استعمال حفارات ضخمة ونقل المواد بواسطة بساطات دوارة، كما كان العمل متواصلا اثناء الليل تحت الاضواء الكاشفة. وكانت الحجارة الضخمة التي تعجز الحفارات عن تحطيمها، تفتّت بواسطة بخارات ذات لهيب تبلغ حرارته حوالي 2200 درجة.

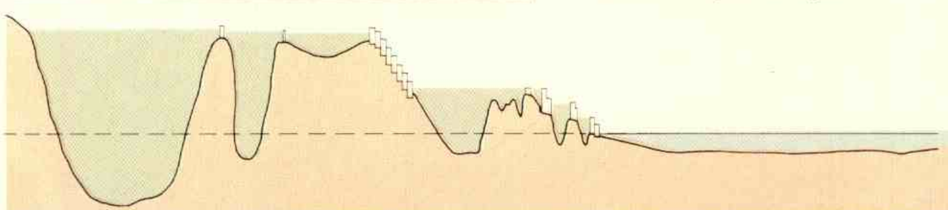
ويظهر من كل هذه الأعمال الضخمة لبناء القنوات الكبرى ما للممرات البحرية والنقل المائي عموما من أهمية حيوية في الحياة الاقتصادية.



أحد أهواس بوهارنوا في سان لوران. وتمكن البواخر من العبور على مستوى مياه يختلف بأزيد من 12 متر.

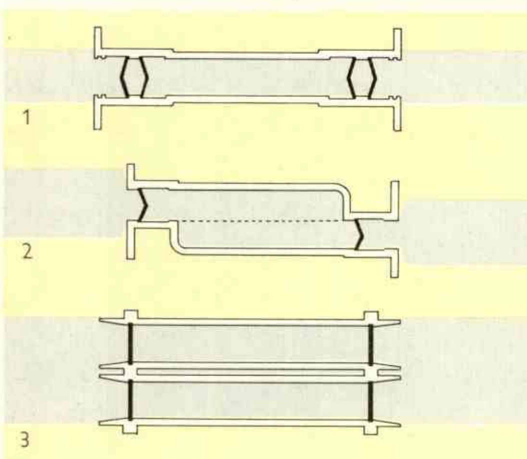


مقطع عرضاني لأحد كبار مركبات الأهواس في العالم وهو الهويس البحري بسان لوران. فمن البحيرة الكبرى بالمحيط الأطلسي على مسافة 388 كلم، تمكن الهوائس من عبور مستوى مياه يتغير بـ 183 مترا.



1 هويس القناة

رسم بياني لعمل هويس قناة ذات منخل:
أ. عند فتح الباب القلاب اليميني يكون مستوى ماء النخل على نفس الارتفاع مع مستوى ماء قطاع سدّي السافلة ثم يدخل المركب من البابين المفتوحين. ب. عند اغلاب الباب والباب القلاب اليميني، يفتح الباب القلاب اليساري فيرتفع مستوى ماء المنخل الى غاية مستوى ماء عالية الهويس. ج. عند انفتاح الأبواب، يمكن للسفينة أن تواصل مسيرتها.



أنواع الأهوسة المنخلية

1. عندما يكون مستوى الماء تعاقبيا أعلى في عالية وفي سافلة هويس القناة، تستعمل أبواب مزدوجة.

2. هويس قناة بشكل حربة، وله طاقة تهويس عالية.

3. هويس مزدوج ترتفع أبوابه، ولتفادي ضياع الماء يتمّ ضخه من حوض الى آخر.

النقل الجوي

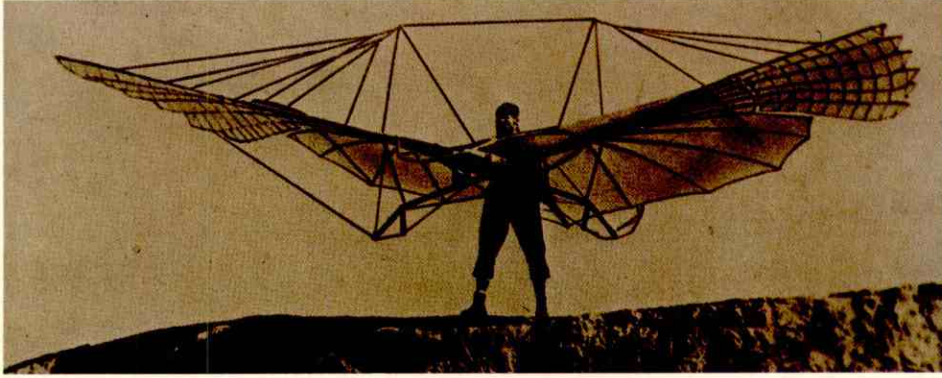
إن تاريخ النقل الجوي كانت منذ بدايته محفوفا بالمغامرات والعجائب. فقد لقي عدد كبير من الأشخاص مصرعهم اثناء محاولتهم تقليد الطيور في تحليقها في الأجواء، ذلك لأن بنية الانسان الصدرية غير معدّة للطيران كما هو الشأن بالنسبة للطيور التي تتوفر صدورها على عضلات قوية تمكنها من تحريك الأجنحة.

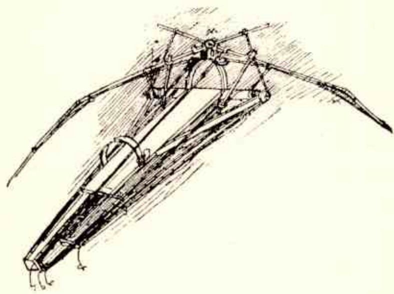
الاّ أنه بعد دراسة معمقة لشكل أجنحة الطيور، توصّل الانسان الى محاكاتها بصنع طائرات تحلّق في الهواء كما أفلح في الارتفاع عن سطح الأرض باستغلاله لطاقة التيار الهوائي. وكانت أول خطوة في تقنيات الطيران. وفي سنة 1804 صنع سير كايلي (Sir Cayley) طائرة شراعية إعتمادا على مبادىء مازالت في هذا المضمار هو محافظة الطائر على استقامة جناحية أثناء التحليق. وكان لابد بعد التأكد من هذا المبدإ من صنع محرك مكيّف مع الطيران. وقد ارتأى كايلي استغلال احتراق الموائع لاثارة انتشار الهواء لأن الطاقة التي ينتجها محرك بخاري لاتحلّ مشكلة خفة وزن الطائرة. وانطلاقا من كل هذه المعطيات ظهرت على التوالي الطائرة الشراعية لكل من ليلينتال (Lilienthal) سنة 1896 والاخوان رايت (WRight). وكانت هذه الأخيرة تحمل محرك سيارة يزن 80 كلغ وقد حققت طيران أول إنسان.

وبعد هذه المحاولات الأولية أصبح بالامكان تحقيق الطيران المتواصل وخاصة عند اختراع محرك قادر على رفع الطائرة والربان معا. وقبل الأبحاث المخصصة للطائرات الشراعية استطاع الانسان أن يطير بوسائل أخف من الهواء. ففي سنة 1783، قام بيلاتر دي روزيي (Pilâtre de Rozier) وماركيز أرلاندز (Marquis d'Arlandes) بأول تحليق حرّ مع بعض الرجال على متن منطاد ذي هواء حارّ. والجدير بالذكر أن تقدما هاما قد حصل في مجال الوسائل الأخفّ من الهواء: فمن منطاد الهواء الحار الى منضاد الأوكسيجين الى المنطاد المسيّر الذي صنعه زيبلين (Zepplin) في الربع الثاني من القرن العشرين. ويستعمل المنطاد في جميع أنحاء العالم لحمل الاجهزة العلمية الى أعالي الأجواء للحصول على مختلف المعطيات المتعلقة بالطقس والتقلبات الجوية وغيرها.

وفي العقود الأخيرة استطاع الانسان بالفعل تحقيق حلمه بتقليد الطيور في تحليقها حيث صنع طائرات تحلق في الاجواء العليا وبسرعة تفوق أحيانا سرعة الصوت.

وقد بلغ تطور النقل الجوّي درجة قصوى من







أعلى : أوتو ليلينثال Lilienthal وطائرته الأحادية السطح .
جانبه : سبق لليوناردو دي فانسي أن فكر في نظام أجنحة يعتمد في الطيران على ذراعي الانسان ، انطلاقا من معاينته لتحليق الطيور .

التقدم، إذ أصبحت الطائرات كبيرة الحجم وفائقة السرعة وتستعمل لمختلف الاغراض المدنية منها والعسكرية. كما أن المطارات قد جهزت بأحدث الآليات والتقنيات لضبط النقل الجوي الذي أصبح يتكثف تدريجيا.

وقديما كانت مدرجات هبوط الطائرات عبارة عن اشرطة عشبية بسيطة الاّ أنها لم تعد تتحمل ثقل الطائرات الضخمة التي كانت تغوص في التربة عند سقوط المطر. نظرا لوزنها الذي يصل احيانا مائة طن وسرعتها التي تتجاوز 200 كلم/س. أما المدرجات الحالية فتبنى وتعبد بالأسمنت المسلح لاستقبال الطائرات مع اختلاف احجامها وسرعتها وكيفما كانت أحوال الجوّ.

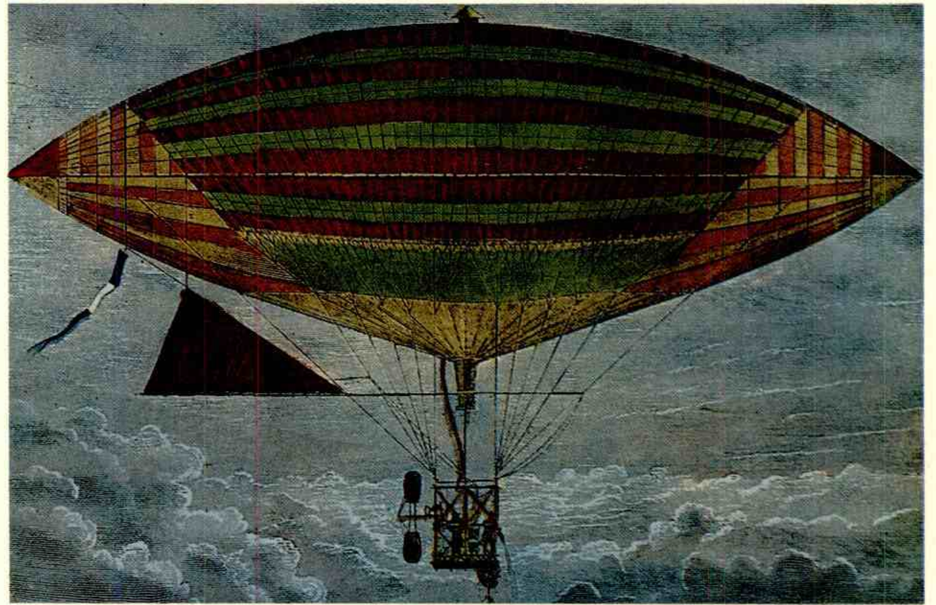
واثناء التحليق، كثيرا مالا يرى الربان الأرض من تحته طوال آلاف الكيلمترات، إذ يتم الطيران من منارة اشعاعية الى أخرى. وتبث هذه المنارات الاشعاعية إشارات إشعاعية لتوجيه الطائرة مما يجعل الربان يعرف طريقه بدقة دون حاجة الى رؤيتها، وبفضل نفس النظام يتم ضبط الخطوط الجوية لتوزيع الطيران فيها تفاديا للاصطدامات المحتملة بين الطائرات في الظروف الطقسية الرديئة. ويستعمل الرادار في الطائرات لتحديد الموقع

الصورة 1 : أول منطاد كهربائي مرواحي من وضع غاستون والبير تيساندر G et A Tissander سنة 1883 .

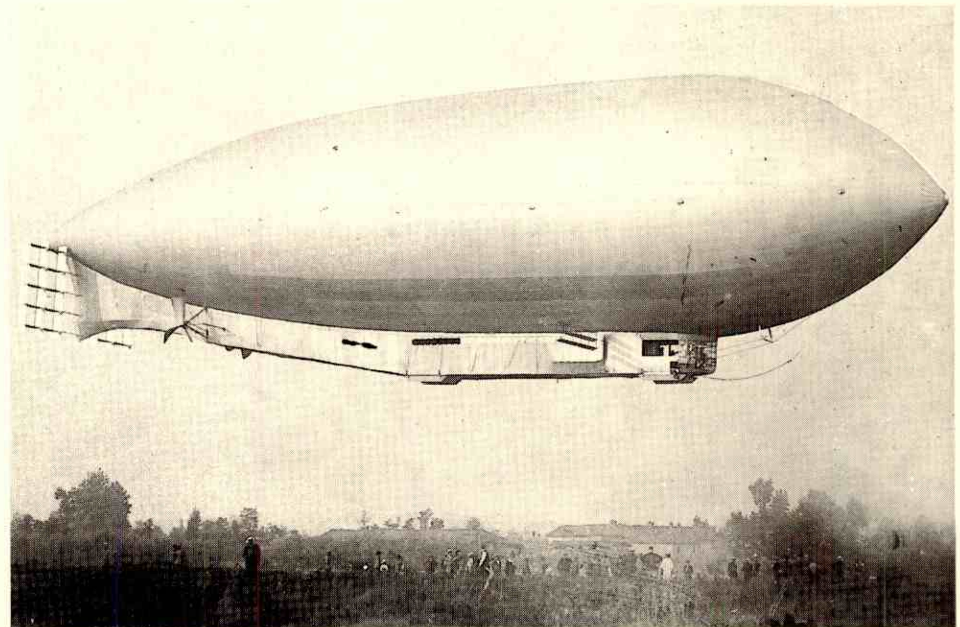
الصورة رقم 2 : منطاد الهواء الحار بالأشرعة ، من تصميم الأخوين مونغو لفيي Mongolfier سنة 1785 .

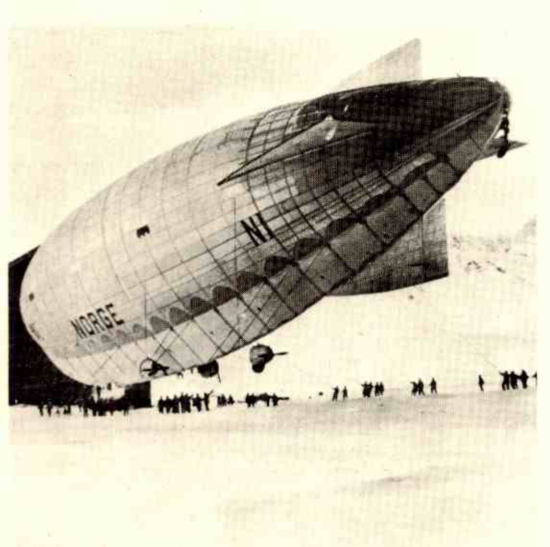
الصورة 3 : المنطاد المسير الشهير ، زيبلان .

الصورة 4 : المنطاد المسير نوج .









والاستدلال على وجود طائرات أخرى في نفس المجال الجوي وعلى السحب الكثيفة.

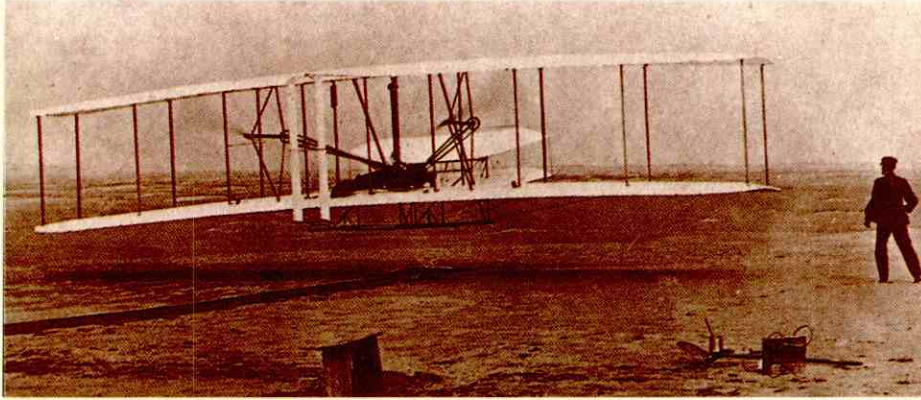
ومع ازدياد كثافة النقل الجوي تطورت المطارات كذلك وازدحمت بالطائرات المقلعة والهابطة في كل وقت، مما يخلق مشكلة كبرى أمام مصالح تنظيم وتنسيق السير على المدرجات. وتبلغ مقاييس المدرجات الكبرى أحيانا

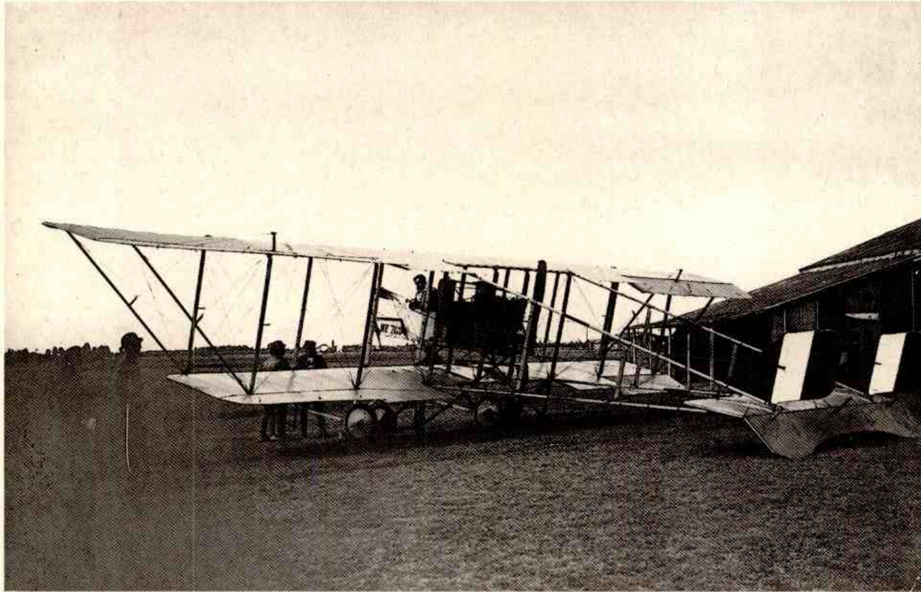
الصورة 1 : صورة تاريخية : أوفيل رايت O.Wright الذي طار لمدة 12 ثانية فوق أرضية كيتي هاوك بدايتون (الولايات المتحدة)

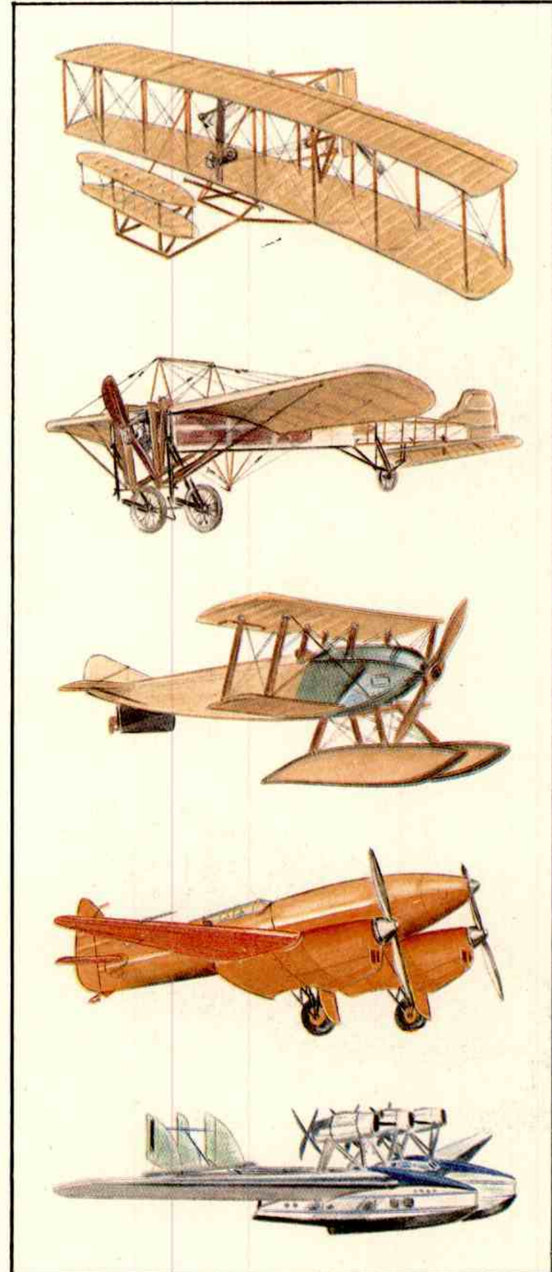
الصورة 2 : فارمان مستعد للاقلاع

الصورة 3 : تصميم الطائرة « أنطوانيت » وهي أحادية سطح من اختراع لوفاسور Levasseur (1909) وقد أنجز هوبير لاثان H. Lathan الرقم القياسي الفرنسي للطيران الآلي بهذه الطائرة التي طارت سنة 1910 لأول مرة على علو 1000 متر

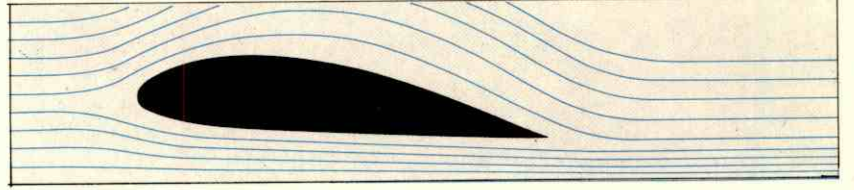
أسفله : رسوم بعض الطائرات الأولى .



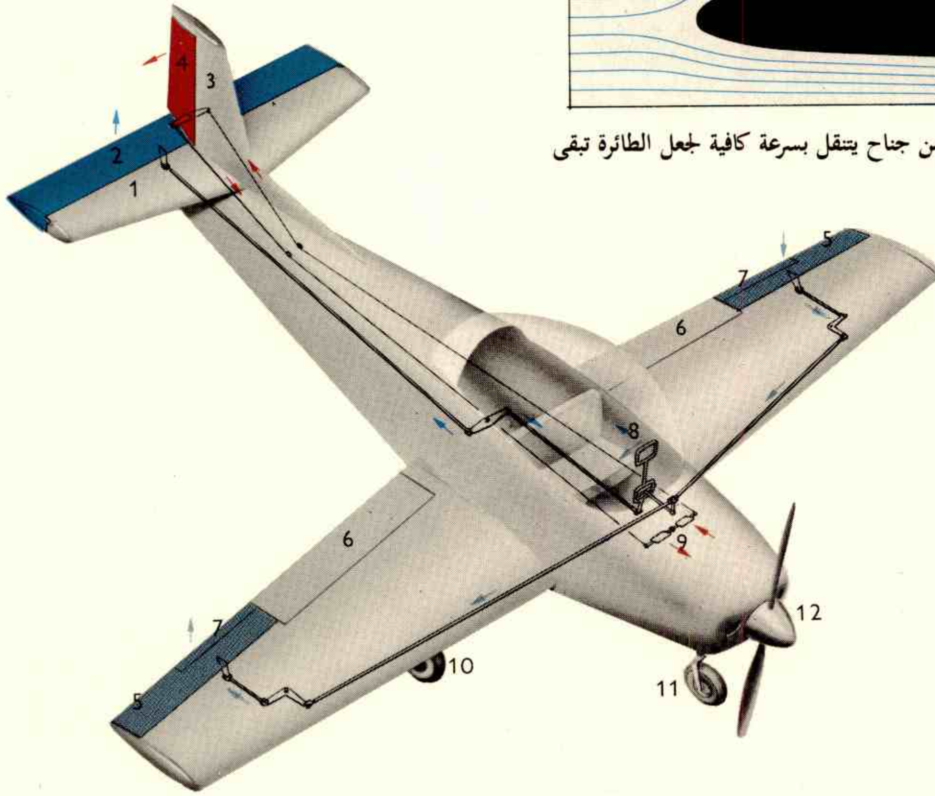




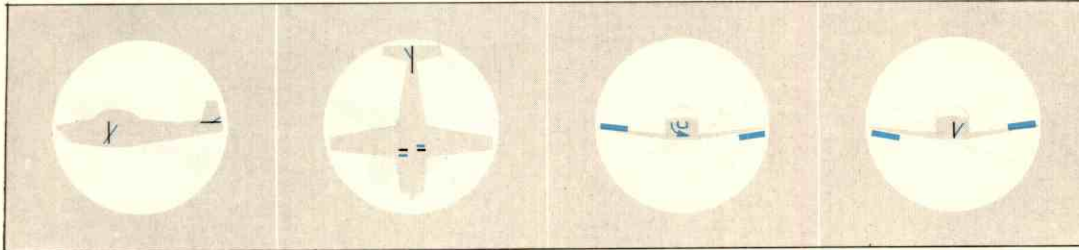




إن انخفاض الضغط في الدورة الهوائية عند الجزء الاعلى من جناح يتنقل بسرعة كافية لجعل الطائرة تبقى معلقة في الهواء .

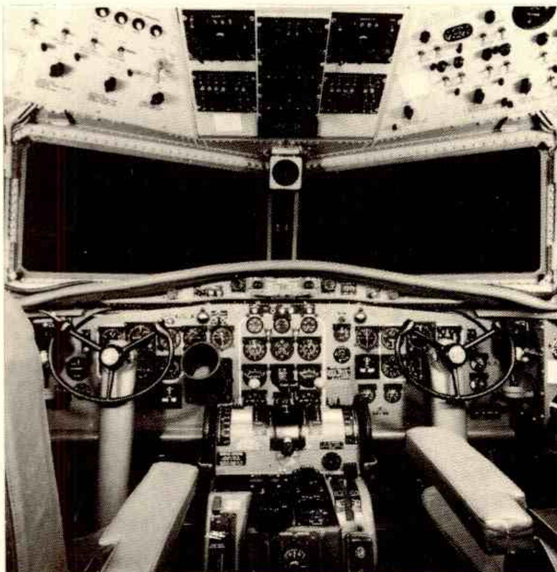


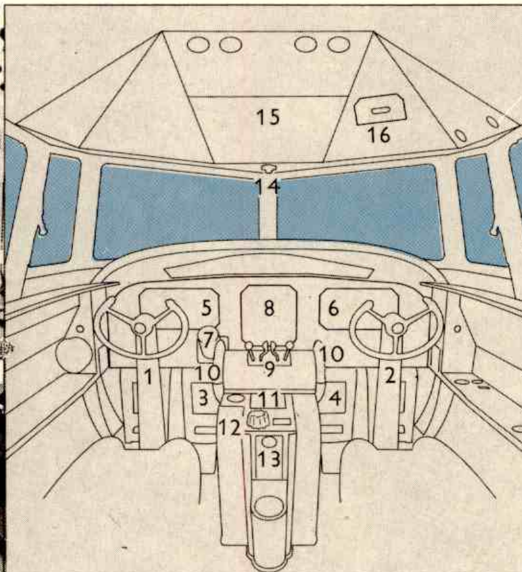
2 : طائرة سياحية بمختلف اجزائها
1 : مثبت
2 : سُكان العمق
3 : ريش
4 : سكان الاتجاه
5 : جنيح
6 : جُنيّح
7 : مصراع
8 : مقبض
9 : موجّه السّكان
10 : عجلات الهبوط
11 : عجلة الأنف
12 : مروحة



أ. يُحرك سكّان العمق فيحول عصا القيادة نحو الأمام أو الخلف. ب. تشغيل سكان الاتجاه بواسطة الموجه. ج. تحويل الجنيحات بتدوير المقود، أو عصا القيادة إلى اليسار أو اليمين (د).

أ . سُكان العمق — ب . سُكان الاتجاه — ج . جنيّح (للادارة) — د . جنيح (للمقبض)





غرفة قيادة طائرة «فوكر» ف – 27 :

1 : عمود السّكان خاص بالربان
2 : عمود السّكان خاص بمساعد الربان
3 : موجّه السّكان خاص بالربان
4 : موجّه السّكان خاص بمساعد الربان
5 : موجّه السّكان خاص بمساعد الربان
6 : ادوات الملاحة – خاصة بمساعد الربان
7 : رادار الطقس المضطرب
8 : عداد دورات المحرك ، ومسبار الوقود
9 : مقابض غاز المحركات
10 : مقبض ضبط صحن المثبّت
11 : لوحة مراقبة الطيار التلقائي
12 : مقود مصراعي الجنيّحين
13 : الطيار التلقائي
14 : بركار الطريق العادي
15 : لوحة قيادة الرادار
16 : مسبار خزان الوقود

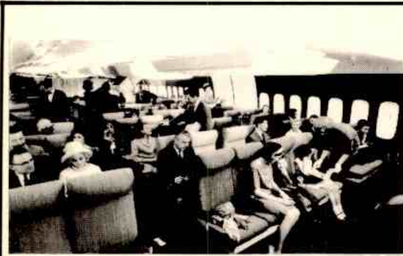
ثلاثة كيلمترات طولا وستين مترا عرضا لتسهيل استقبال الطائرات التي قد لايبصر ربانها جنبات المدرج إلاّ في آخر لحظة. ويقوم برج المراقبة بتوزيع أسبقيات المرور على هذه المدرجات نظرا لتعذر وقوف الطائرات لفسح المجال لطائرات أخرى، إذ يكون على الطائرات أن تحلق حول المطار في انتظار دورها في النزول، وذلك على علو يفوق 300 مترا بالنسبة للطائرة السابقة. وهكذا تنزل الطائرات الواحدة تلو الأخرى بأمر من برج المراقبة الذي يوزع الأدوار، وعند وصول دور الطائرة تهبط في المدرج موجهة بواسطة مراقبة بالرادار.

ويكون على كل طائرة تقترب من المطار أن تعلن عن هويتها وموقعها في المجال الجوي، أما الطائرات التي تستعد للاقلاع فتعلن كذلك عن مواقعها ونقط اتجاهها اثناء الذهاب.

أعلاه : مطار شارل ديغول بباريس .
في الرسم : إعداد طائرة حديثة (دوغلاس د . س).
وفي المربع منظر من الداخل لطائرة بوينغ 747 جومبو.
أسفله: طائرة كونكورد ، من صنع فرنسي بريطاني مشترك.



وللاستجابة لمتطلبات النقل الجوي الذي ما فتىء يتطوّر ويتعقد، تبنى مطارات كبيرة وذات تجهيزات ملائمة. ويتطلب ذلك تنسيقا محكما بين مختلف المصالح



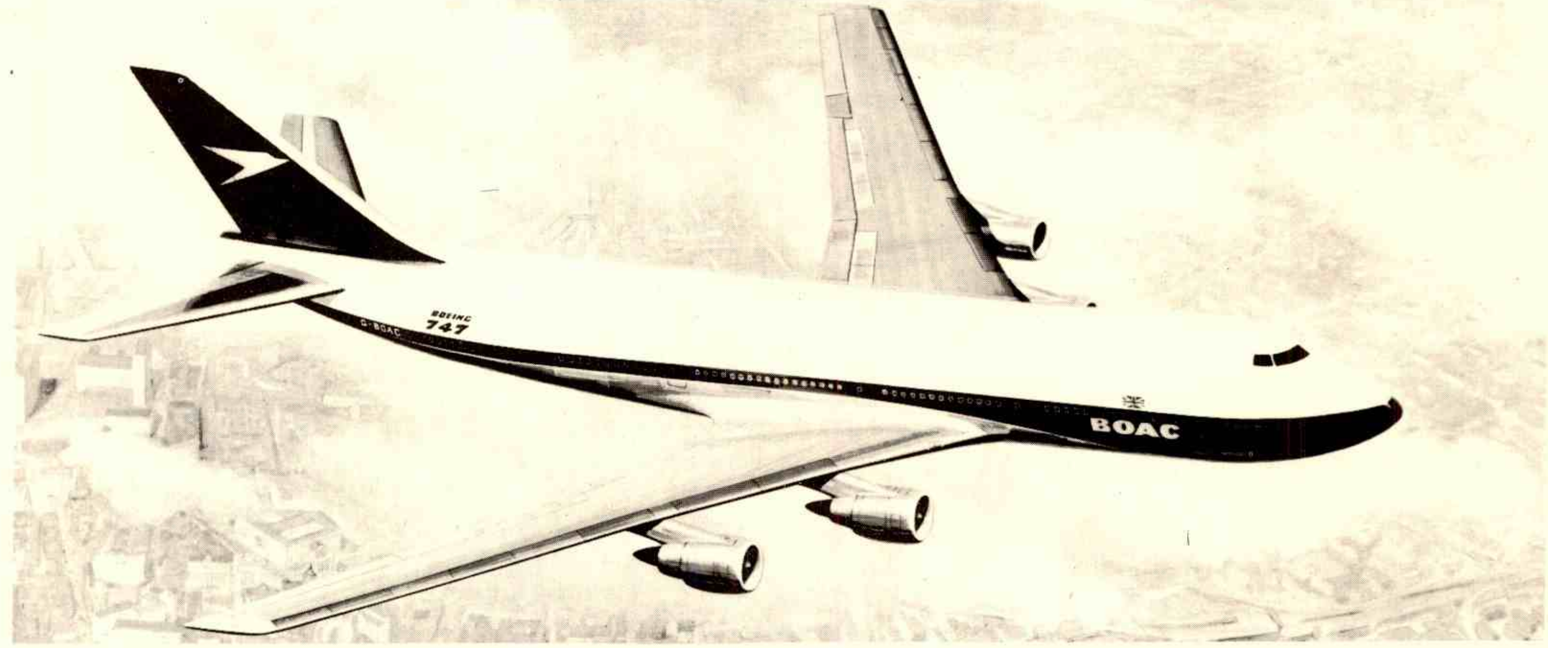
1 : رادار أنفـي
2 : غرفة القيادة
3 : قاعة استراحة ، مقصف ومطبخ ، حمام ومستودع للملابس في الدرجة الأولى
4 أ : مدخل الدرجة الاولى
4 ب : مدخل الدرجة الاقتصادية
5 : مدخل العمال
6 : مستودع الملابس وحمام ومطبخ وغرفة المؤونة في الدرجة الاقتصادية
7 : حاجز يفصل بين الدرجتين

الارضية منها والجوية لضمان نقل جوي منتظم وفعال وآمن.

وخلال ستين سنة، عرف ميدان الطيران نهضة كبرى ومازالت الاختراعات تلو الأخرى تبرز كل يوم لتحقيق المزيد من التطور في هذا المجال. وفي الوقت الراهن، تعكف الدراسات على تحسين وتدقيق أنظمة تحليق الطائرات التي تفوق سرعتها سرعة الصوت وذلك بهدف الوصول الى انتشار إستعمالها بأقل التكاليف.

ولكي تكون الطائرة الفوْصَوْتيّة ذات استعمال اقتصادي، يجب أن تنقل على الأقل مائة مسافر وتقوم برحلات لاتقل مسافتها عن 5000 كلم. ولكونها تحلق

الصورتان أسفله لأهمّ اختراعات النقل الجوي المعاصر: طائرة بوينغ 747 جومبو وهي من انتاج الشركة الجوية بمدغشقر، ثم طائرة الكونكورد وهي من صنع فرنسي بريطاني مشترك.



الاصطدام العنيف بكتل الهواء الموجه نحو الأسفل، إذ يمكن تخصيص محركات اضافية مخصصة لهذه العمليات الصعبة.

ويظهر من كل هذه المعطيات أن النقل الجوّي الذي أصبح اليوم يحتل مركز الصدارة ضمن وسائل النقل السريعة والفعّالة، مازال يحتاج الى المزيد من البحث التكنولوجي لجعله يستجيب أكثر لحاجيات العصر المتطورة والتي مافتئت تتعقد يوما عن يوم.



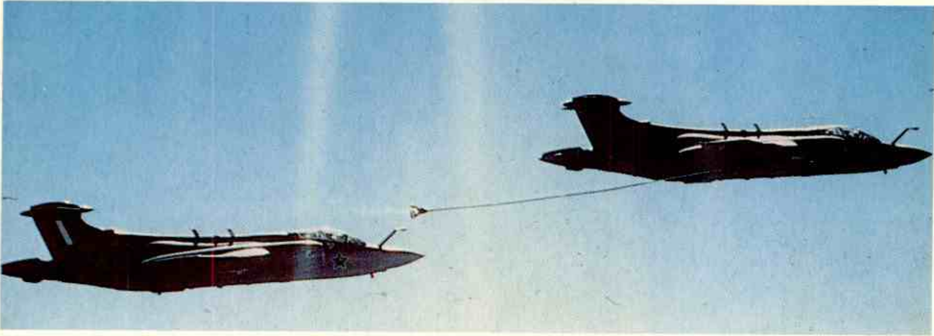
على علو 20000 مترا، فهي تتطلب بنية غاية في الصلابة لتحمّل الضغط الجوي الداخلي والارتطام بالهواء الذي يضاعف الحرارة التي يثيرها احتكاك الاجنحة والبدن.

ومن ناحية السرعة المرغوب فيها، فالمفروض أن تتجاوز سرعة الطائرة الفوصوتية ضعف سرعة الصوت وهكذا فطائرة الكونكورد الفرنسية البريطانية تحلق بسرعة 2300 كلم/س والطائرة السوفياتية توبوليف.ت.و بسرعة 2500 كلم/س. وتعكف بعض الشركات الاميركية على صنع طائرات تصل سرعتها 3200 كلم/س.

ومن الواضح أن الموادّ التي تصنع منها الطائرات التي تحقق مثل هذه السرعة الفائقة، يجب أن تكون أكثر متانة من مجرد صفائح الاليمنيوم المتداولة في هذا الميدان من قبل. وقد اتجهت صناعة الطائرات حاليا نحو استعمال الفولاذ الغير المتأكسد ذي أعلى نقطة ذوبان.

وهناك مشكل معاكس يتمثل في امكانية التخفيض من سرعة الطائرة عند الحاجة. وتجرى الدراسات المستقبلية لتطوير طيران ذي اقلاع وهبوط عموديين لا تتضرّر منهما الطائرة ويكون للربان قدرة أكثر على التحكم فيها اثناء هاتين العمليتين. وعند تحقيق هذا المشروع سوف يمكن الهبوط والاقلاع العموديان من حلّ مشكلة المساحات الأرضية الشاسعة التي أصبحت تحتلها المدرجات الكبرى التي تستقبل الطائرات الضخمة، إذ لا تحتاج الطائرة آنذاك الاّ مساحة محدودة على غرار الطائرات المروحية حاليا، ولابد أن يكون محرك الطائرة التي سوف تهبط او تقلع عموديا، من القوة بمكان لتحمل







الصورتان 1 و2 : طائرات حربية نفاثة .

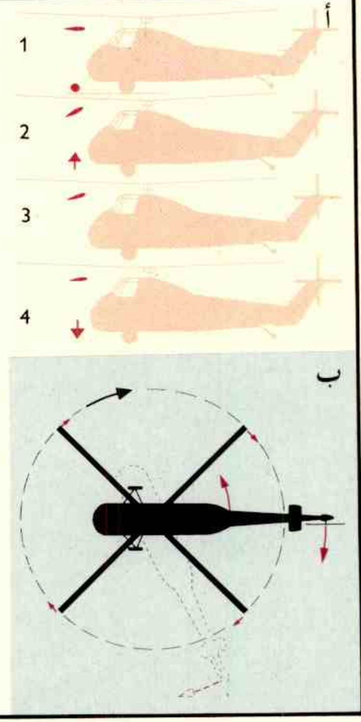
الصورة 3 : طائرة فرنسية نفاثة من نوع ميراج مستعدة للاقلاع .

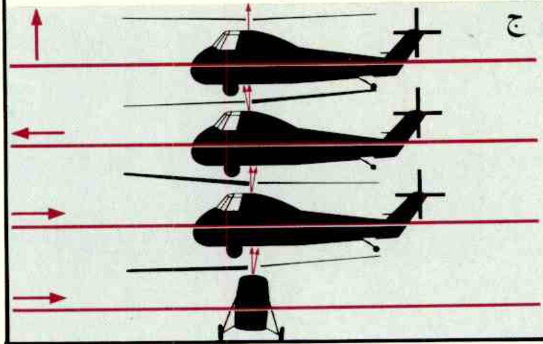
الصورة 4 : طائرة أمريكية نفاثة بإمكانها الاقلاع والهبوط عموديا . ويتعلق الأمر بنموذج تجريبي . وقدأنتج البريطانيون كذلك طائرة « سي هاريي » الحربية ذات إقلاع عمودي التي استعملت في معركة فالكلاندس مالفيناس .

الطائرة المروحيّة (الحوّامة)

تعد الطائرة المروحية أو «الحوامة» من وسائل النقل الفعالة في العصر الحالي ، وقد سبق لليوناردو دي فانسي Léonard de vinci أن تخيّلها في القرن الخامس عشر ، وهي آلة طيران ذات سطح دوّار يعتمد توازنها ودسرها على مروحة هوائية دوارة على مستوى أفقي . وعلى عكس الطائرة العادية ، تتمكن الحوّامة من البقاء ساكنة في الهواء ، كما تختلف عن الطائرة العمودية المتوفرة على مروحة تحركها الريح التي يُثيرها تنقل الطائرة أفقيا حيث لا تستعمل لدرسها . ويعمل دوّار الحوّامة بواسطة محرك حيث تدور شفراته في زاوية سقوط متغيّرة حسب قوة الارتفاع التي يضبطها الربان من غرفة القيادة . وتتوفر الحوامة كذلك على مروحة في الذيل تتعارض مع دوران البدن على نفسه . الّا أن هذه المروحة الذيلية ليست ضرورية حين يكون للجهاز دوّاران أساسيان يعملان في اتجاهين معاكسين . وتقدر السرعة القصوى للحوامة بحوالي 250 كلم / س . إلا أن هناك نماذج بلغت رقما قياسيا يعادل 350،40 كلم / س ، ومنها النموذج الفرنسي سوبيرفريلون (1963) .

وتستعمل الطائرة المروحية بالخصوص في المدن لنقل الركاب والبضائع الى مسافات قريبة ولأغراض أمنية وفي الانقاذ وكذلك للتنقل في الأماكن الوعرة كالجبال والغابات . وهناك بعض الأنواع الضخمة المستعملة بالخصوص في الميدان العسكري لنقل الجنود والمعدات .





أ . من خلال تنوّع زاوية سقوط شفرات الدّوار (المروحة) يمكن جعل قوة الصعود : 1 . إما منعدمة في حالة الوقوف على الارض ، أو 2 . أكبر من وزن الطائرة عند الصعود ، أو 3 . أصغر من وزنها عند الهبوط .
ب . يتم تعويض حركة الدوران التي تميل الى إدارة الطائرة في الاتجاه المعاكس لاتجاه المروحة ، باستعمال المروحة الذيلية (بالخط المتقطع يظهر تغيير الاتجاه الذي يمكن القيام به بمضاعفة جرّ المروحة الذيلية) . ج . يجب ان تكون حاصلة القوى التي يسلطها الدوّار على الطائرة محلّلة الى مركّبة عمودية تحدّد قوة الصعود ومُركّبة أفقية تحدّد حركة واتجاه الدسر . ويكون التنقّل مرهونا بالزاوية التي تشكّلها العوّامة ومحور بدن الطائرة .



أسفله : بعض نماذج الطائرات المروحية ، من أولاها إلى أحدثها .



الصورة أسفله : طائرة مروحية حديثة للاغاثة في الجبال .